Michael Hanlon

Dieci domande alle quali la scienza non può (ancora) rispondere

Guida ai territori inesplorati della scienza

Traduzione di Simonetta Frediani

Ten Questions Science Can't Answer (Yet)
A Guide to the Scientific Wilderness
© Michael Hanlon 2007
First published in English by Macmillan, a division of Macmillan Publishers Limited under the title *Ten Questions Science Can't Answer (Yet)*, ist edition by Michael Hanlon.
© 2008 Codice edizioni,Torino
ISBN 978-88-7578-095-1

VISIT…

Ringraziamenti

Sara Abdulla, la mia editor della Macmillan, è sempre stata una fonte di ispirazione, di incoraggiamento e di tanto in tanto, all'avvicinarsi delle scadenze, di costrizione. Devo ringraziare tutti gli scienziati, gli scrittori e gli addetti stampa che mi hanno procurato citazioni e spiegazioni utili e che sono andati a pescare nei loro database articoli di cui avevo completamente dimenticato il titolo, la data di pubblicazione e gli autori; ringrazio in particolare Claire Bowles di "New Scientist", Ruth Francis di "Nature", Peter Barrat del Particle Physics and Astronomy Research Council e tutto il personale dell'American Association for the Advancement of Science.

Devo ringraziare il mio datore di lavoro, il "Daily Mail", che mi concede lo spazio e la libertà per sviluppare il mio interesse per la scienza in tutte le sue sfaccettature e, soprattutto, la mia compagna, Elena Seymenliyska, che ha sopportato un'altra caterva di serate e fine settimana da me dedicati al completamento di un altro libro.

Michael Hanlon
marzo 2007

Indice

Ringraziamenti 2

Introduzione 4

Dieci domande alle quali la scienza non può (ancora) rispondere 13

Capitolo 1 14
Fido è uno zombie? 14

Capitolo 2 31
Perché il tempo è così misterioso? 31

Capitolo 3 39
Per piacere, posso vivere in eterno? 39

Capitolo 4 51
Che cosa abbiamo intenzione di fare con gli stupidi? 51

Capitolo 5 60
Che cos'è il lato oscuro? 60

Capitolo 6 67
L'universo è vivo? 67

Capitolo 7 81
Sono la stessa persona che ero un minuto fa? 81

Capitolo 8 91
Perché siamo tutti così grassi... e ha davvero importanza? 91

Capitolo 9 99
Possiamo davvero essere certi che il paranormale sia una sciocchezza? 99

Capitolo 10 109
Che cos'è effettivamente la realtà? 109

Introduzione

Nella fisica non c'è più niente da scoprire. Da fare restano soltanto misurazioni sempre più precise, LORD KELVIN*, 1900*

Come ci sembrano ridicoli oggi quegli sciocchi vittoriani! Credevano di sapere tutto. Per loro l'universo era una sorta di posticino ben ordinato composto da pochi milioni di stelle. I pianeti rimanevano per aria ancorati alle ordinate sottane di Newton, e tutto il cosmo funzionava come un orologio svizzero.

Qui sulla Terra, sapevano che la vita era iniziata in una piccola pozza calda e che la sua successiva evoluzione era governata dalla grandiosa tesi del signor Darwin. La materia era fatta di atomi, di un centinaio di varietà diverse, che si comportavano come versioni in miniatura dei pianeti: minuscole palle da biliardo dal comportamento regolare. La scienza si avvicinava alla fine - restava soltanto da mettere i trattini sulle "t" e i puntini sulle "i". Stavamo per raggiungere il "culmine della conoscenza completa".

Come si è visto, era un culmine fasullo. All'inizio del Novecento, tutta una serie di irritanti intuizioni geniali mise ripetutamente i bastoni fra le ruote della scienza, tanto da costringerci a fare a pezzi pressappoco tutto ciò che credevamo di sapere e a ricominciare da capo.

Oggi sappiamo che l'universo è decisamente più grande, e più antico, di quanto immaginassero Lord Kelvin e i suoi contemporanei. Ora sappiamo perché le stelle brillano, di che cosa sono fatte e come si evolvono. Abbiamo determinato l'età della Terra e dei pianeti e abbiamo scoperto o dedotto alcuni fantastici mostri sconosciuti ai vittoriani: i quasar, le stelle di neutroni e i buchi neri.

Abbiamo confermato le teorie di Darwin (in più di un secolo non sono stati pubblicati articoli seri che mettano in dubbio la fondamentale realtà dell'evoluzione) e ora abbiamo un meccanismo, la genetica, che spiega come viene copiata l'informazione da una generazione all'altra. Oggi sappiamo che l'orologio di Newton, pur essendo una descrizione eccezionalmente accurata dei nostri immediati dintorni, alle scale cosmiche e a velocità estreme non funziona. Einstein ha messo in relazione lo spazio e il tempo, l'accelerazione e la gravità, la massa e l'energia in modo meraviglioso e controintuitivo.

Si è dimostrato che gli atomi, in precedenza ritenuti indivisibili, sono composti da un serraglio bizzarro, problematico e all'apparenza francamente casuale di particelle fondamentali. E alla scala degli atomi gli oggetti hanno un comportamento diverso rispetto al mondo del grande, del pesante e del veloce descritto da Einstein. A quanto pare, l'universo può essere davvero strano - a volte, misterioso. Le particelle possono influenzare altre particelle a distanze di miliardi di anni luce, istantaneamente. Forse esistono molte altre dimensioni oltre alle quattro, tre dello spazio e una del tempo, a noi familiari. Se sono in movimento, gli orologi vanno più lentamente.

La scienza ha formulato alcune teorie sul funzionamento della mente ed è riuscita a penetrare la psicologia umana. Con la nostra medicina abbiamo eliminato molte delle grandi cause di morte dell'umanità e siamo in procinto di eliminarne altre. In più, abbiamo fatto il primo passo verso l'esplorazione dell'universo vicino. Una parte della nostra tecnologia è così avanzata che, per citare Arthur Clarke, agli occhi delle persone vissute cent'anni fa sarebbe indistinguibile dalla magia.

Che altro c'è da conoscere, allora? Molto - e questo è l'argomento del presente libro. Non proporrò grandi soluzioni, ma solo qualche interrogativo importante (e altri di minor conto) su temi che spesso la scienza ha eluso o di fronte ai quali si è semplicemente afflosciata: sfide che sono state considerate troppo grandi, per lo meno fino a poco tempo fa.

Forse la nostra *hybris* è altrettanto grande, o forse ancora più grande, di quella dei vittoriani. Non perché sappiamo di meno, ma forse proprio perché sappiamo di più. L'enorme e ininterrotta accelerazione della scoperta scientifica e del progresso tecnologico che si è avuta nel secolo scorso, specie a partire dalla fine della Seconda guerra mondiale, ha portato alla convinzione generale che la "grande guerra contro l'ignoranza"- la cui ultima fase iniziò con l'Illuminismo, quasi trecento anni fa - non sia molto lontana dalla conclusione.

Dopo tutto, abbiamo tracciato la mappa del genoma umano e scomposto gli atomi nei loro elementi costitutivi. Nell'arco di qualche anno potremmo arrivare a formulare una grandiosa teoria del tutto, che unifichi le forze fondamentali e riconcili il mondo quantistico con la relatività. Siamo sul punto di capire quali sono i componenti elementari della vita e a quanto pare ogni settimana una nuova scoperta degli astronomi rivoluziona la nostra interpretazione dell'universo. La nostra tecnologia sembra davvero magica - quanto sarebbe difficile spiegare il web a Lord Kelvin?

Si possono fare anche altre considerazioni, tuttavia. Continuiamo a non avere idea, proprio come Lord Kelvin, di che cosa sia fatto l'universo (o quanto meno la maggior parte dell'universo). I vittoriani presumevano che fosse composto soltanto da atomi - quanto si sbagliavano! Per lo più sembra costituito da due sostanze misteriose, la materia oscura e l'energia oscura, sulla cui natura possiamo solo formulare ipotesi. La materia ordinaria (altrimenti detta *materia barionica* - il buon vecchio idrogeno, voi e me, Nettuno e il mio tavolo da pranzo) non è che un elemento secondario. La maggior parte di ciò che costituisce l'universo è invisibile e non abbiamo la minima idea di che cosa sia - solo qualche congettura piuttosto vaga.

Abbiamo una teoria, o piuttosto un modello, dell'origine del nostro universo, il Big Bang, però in realtà non capiamo che cosa sia stato a esplodere, come sia esploso e che cosa sia stato ad accendere la miccia. Non sappiamo che cosa sia successo prima dell'inizio del nostro universo e neppure se abbia senso porsi questa domanda. Non sappiamo neanche se ciò che consideriamo come il nostro universo sia veramente tutto ciò che esiste. L'ipotesi vittoriana che la Via Lattea sia tutto ciò che esiste era sbagliata di diversi ordini di grandezza.

Può darsi che anche noi sottovalutiamo di molti ordini di grandezza la scala di ciò che studiamo, se consideriamo che oggi la fisica prende in seria considerazione l'idea del multiverso, un insieme vastissimo, anzi infinito, di universi che potrebbe essere

necessario per risolvere uno dei grandi misteri: perché il nostro universo sembra essere finemente regolato per permettere la nostra esistenza? Può darsi che quel che vediamo nel cielo di notte, tutta la magnificenza dell'universo - le galassie vortice, i quasar e i vuoti senza fine dello spazio intergalattico - non sia altro che una bollicina sul retro di qualcosa di infinitamente più grande. La vera natura della realtà continua a essere poco chiara.

Altri misteri: non sappiamo come sia iniziata la vita sulla Terra né se sia mai iniziata altrove. Probabilmente, non siamo più vicini a comprendere la vera natura della mente umana di quanto fossero Platone e Aristotele. Non abbiamo idea di come faccia esattamente una massa di gelatina grigia di poco più di un chilo a concepire *Romeo e Giulietta,* ad apprezzare un bel tramonto o a provare un dolore angoscioso.

La natura del tempo ci sfugge e il processo di invecchiamento è ancora un mistero. In realtà, ancora non sappiamo perché invecchiamo né perché il processo ha la velocità che ha né se mai riusciremo a contrastarlo.

Molti altri aspetti della natura umana continuano a essere sconcertanti. Come specie, sembra che stiamo cambiando forma - letteralmente. L'epidemia di obesità sembra un concetto semplice, ma in realtà presenta alcuni lati misteriosi. E i nostri politici ed esperti di scienze sociali evitano decisamente di affrontare, e persino di riconoscere, quelle differenze fondamentali tra individui che causano tanto dolore e afflizione.

La mente delle altre creature viventi è ancora un mistero profondo, anche se più ne approfondiamo la conoscenza, più siamo spinti a concludere che il grande divario tra gli esseri umani e gli animali potrebbe non essere grande come pensavamo. Ciò che sappiamo è davvero strabiliante, ma più riflettiamo su ciò che non sappiamo, più siamo obbligati a concludere che piuttosto che esserci tuffati nel mare della conoscenza, ci siamo solo bagnati la punta dei piedi.

Le pure e semplici dimensioni di ciò che ignoriamo fanno sembrare scarse le nostre conoscenze, ma forse al lettore viene da pensare altrimenti leggendo i giornali. Stando a quel che dicono le riviste, i quotidiani e i periodici, e anche i programmi televisivi che spesso sono riusciti a divulgare con intelligenza alcuni dei concetti più difficili, è legittimo pensare che la maggior parte della scienza sia "cosa certa".

La scienza ora dispone di un proprio gruppo di portavoce e commentatori, addetti stampa, spin doctor professionisti e siti internet, e naturalmente di un intero esercito di giornalisti specializzati nel settore. In Gran Bretagna, le persone che come me si guadagnano da vivere scrivendo di scienza per i giornali, il web e le riviste, o realizzando programmi televisivi e radiofonici, saranno un centinaio. Cinquant'anni fa erano sì e no una decina.

Sono necessarie perché spesso gli scienziati sono stati pessimi comunicatori riguardo alle proprie attività (com'è noto, Isaac Newton, forse la più grande mente di tutta la storia, era tanto incapace di comunicare che spesso le sue lezioni erano seguite da non più di un paio di studenti annoiati).

Ancora oggi molti scienziati non possiedono un telefono cellulare (o non hanno la minima idea di come si usa) e controllano i messaggi di posta elettronica una volta alla settimana. Ne conosco uno o due che usano ancora il fax. Scienziati come questi sono sempre esistiti, ma la differenza è che oggi si avvalgono di uno spin doctor e di

conseguenza la scienza è diventata un po' com'era un tempo la politica, un vasto oceano di opinioni mutevoli, ondate di argomenti che diventano di moda e poi scompaiono (questa settimana è il cambiamento climatico, la prossima inizieremo a preoccuparci di nuovo degli OGM nel cibo - aspetta un momento... probabilmente siamo molto in ritardo con l'allarme per l'influenza).

Per tali ragioni, i ricercatori e le loro imprese fanno notizia a livello mondiale. Una volta il direttore di un giornale mi ha detto: «È fortunato a scrivere di scienza... un tempo non si parlava mai di scienza, ci si occupava soltanto di crimine, politica e sindacati. Oggi nessuno è interessato a tutta quella roba, si parla solo di riscaldamento globale, pecore clonate e vita su Marte». E aveva ragione. La scienza è diventata interessante - si è resa interessante - con la spontanea collaborazione di gente che parla a ruota libera come me. Ma c'è un problema.

Tutti questi reportage, nel tentativo di informare meglio il pubblico, in realtà peggiorano la situazione. Mentre un tempo le grandi scoperte impiegavano settimane o mesi prima di arrivare all'attenzione del pubblico (nel 1952, la doppia elica del DNA comparve sui giornali quasi sei mesi dopo la sua scoperta), oggi ogni minimo dettaglio delle ricerche scientifiche viene riferito come se fosse l'ultima parola sulla questione e come se l'enigma fosse stato risolto. "Nature", che presentò la storia del DNA, oggi ha tutta una serie di collaboratori a tempo pieno che una volta alla settimana decidono quali sono le storie che fanno abbastanza notizia e di cui pertanto vale la pena che i cronisti si occupino.

Il giornalismo medico, in particolare, risente di alcuni spiacevoli effetti collaterali dell'eccesso di informazione. Nei decenni passati, le notizie di trial clinici e di ampi studi realizzati per valutare gli effetti di fattori come il tipo di alimentazione e lo stile di vita impiegavano molto tempo a trapelare. Spesso ciò significava semplicemente che eravamo malinformati; numerosi scienziati erano abbastanza convinti del collegamento tra il fumo e il tumore ai polmoni molto prima della pubblicazione dello studio definitivo di Richard Doll, nel 1954 (in realtà, i primi a dimostrare il collegamento furono gli scienziati nazisti, negli anni Trenta, ma tale primato, forse comprensibilmente, non è ancora del tutto riconosciuto), eppure è passato molto tempo prima che il messaggio che il fumo può uccidere iniziasse a circolare.

Al giorno d'oggi solo un pallido indizio di qualcosa di vasta portata come lo studio di Doll porterebbe a un migliaio di articoli sulle riviste e di titoli sulle prime pagine dei giornali e probabilmente a diverse richieste per l'immediata messa al bando del tabacco.

Il lentissimo passaggio delle informazioni dal dominio scientifico a quello pubblico aveva un aspetto positivo: si realizzava qualcosa di simile a un processo informale di revisione da parte degli esperti - e quindi venivano segnalati solo gli studi davvero significativi, che generavano risultati davvero significativi (in termini statistici).

Al giorno d'oggi, se somministro l'additivo *x* a una decina di persone e scopro un lievissimo effetto sulla loro salute, mi basta telefonare ai pennivendoli giusti per ottenere su due piedi la richiesta di bandire immediatamente *x*. La prossima volta che vi capiterà di leggere che una sostanza o un'attività *x* è stata "messa in relazione" con la malattia *y*, siate sospettosi - molto sospettosi. Mentre scrivo queste righe, ho sotto

gli occhi un titolo di un giornale di Londra: *Bere Cola danneggia le ossa.* Non abbiamo motivo di dubitare dei risultati di questa ricerca e tuttavia non dubitiamo neanche che nel giro di pochi mesi (o settimane, o anni) arriverà un altro studio che mostrerà un collegamento statistico tra il consumo di bevande gassate e buone condizioni di salute, forse anche delle ossa (il caffè sembra passare dalla categoria di bevanda salutare a quella di bevanda dannosa in modo ciclico e regolare ogni tre mesi; forse è un fenomeno controllato da qualche strana legge fisica). L'effetto di questi titoli - e delle ricerche che li generano - è l'aumento del ronzio di fondo di pseudoconoscenze, l'equivalente moderno dei racconti fantastici da vecchie comari in cui in un certo senso non abbiamo mai creduto, ma che abbiamo citato all'infinito.

Anche se oggi ridiamo di certi vecchi "consigli" (evitare i cibi "indigesti", mettere il burro su una bruciatura ed evitare la masturbazione per non rischiare di perdere la vista o la ragione) e deridiamo l'antico terrore dei "colpi di freddo", noi stessi abbiamo creato un nuovo folklore - "troppo tè ha un effetto disidratante" (falso), "tutto il grasso è dannoso" (senza un po' di grasso moriremmo), "l'acqua minerale è più pura e più sicura dell'acqua del rubinetto" (sciocchezze) e così via. La "notizia" può essere buona o cattiva, naturalmente. Sono andato a pescare alcuni articoli recenti sulle malattie cardiache, il cancro e i colpi apoplettici e ho scoperto che, se vogliamo credere a tutti questi "studi", consumando la giusta quantità di manghi, caffè, vino rosso, broccoli, olio di pesce e riso selvatico, e andando a vivere nella regione giusta del Giappone, potrei aspettarmi di vivere fino al XXIII secolo. D'altro canto, leggendo un'altra serie di articoli scoprirei che, con il mio stile di vita, dovrei essere morto vent'anni fa.

Va detto che l'illusione del progresso non è certamente circoscritta al settore della salute. La "grande teoria del tutto", una teoria della fisica, è in circolazione da almeno vent'anni - anzi, certamente da molto più tempo. Una miriade di libri pubblicati nell'ultimo quarto di secolo dichiara con una certa sicurezza che, anche se per il momento non ce l'abbiamo ancora fatta, questa o quella teoria unificherà le forze, concilierà il serraglio di particelle fondamentali e porterà a termine la lunga guerra tra relatività e fisica quantistica. Ma - sorpresa, sorpresa - dopo una serie di false vette, l'obiettivo della grande teoria del tutto è lontano esattamente come prima.

A volte l'illusione del progresso ha gravi ripercussioni politiche e sociali. Il cambiamento climatico non è solo un problema scientifico; è anche una questione di grande interesse politico. Da un canto, la maggioranza degli esperti è d'accordo sul fatto che le attività umane, soprattutto la combustione di carburanti fossili, stanno dando un grande e pericoloso contributo al riscaldamento globale che si misura fin dal 1900. A quanto pare, ogni mese, ogni settimana, arriva una nuova prova che sembra confermare questa tesi. E sulla correttezza dell'opinione dominante ci sono pochi dubbi: stiamo proprio riscaldando il pianeta.

Ma naturalmente la questione non è così semplice. Come ha sottolineato Boris Johnson, il divertente politico e giornalista inglese, il riscaldamento globale è una di quelle cose in cui *si crede o non si crede* e tutto il dibattito sul cambiamento climatico sa un po' di fede religiosa. Fede e scienza sono considerate incompatibili. Non si *crede* nella gravità, nelle leggi di Keplero o nel DNA; sono cose che *esistono* (o, naturalmente, che non esistono). Se salto giù da un terrazzo, il fatto di non

riconoscere la validità delle leggi di Newton non mi aiuterà a non fracassarmi le ossa.

La scienza non è mai stata così affascinante né così produttiva e attrae le menti più brillanti della nostra generazione. Qualcosa è andato perso, tuttavia: la pazzia dei tempi passati. Perché oggi la scienza, oltre a essere brillante e a infondere ispirazione, è un'industria. Gli scienziati lavorano in squadra, producono scoperte e risultati che hanno un carattere incrementale e la loro stessa sussistenza dipende dalla rapidità con cui i loro lavori superano la revisione da parte di un'équipe di colleghi e arrivano alla pubblicazione. La revisione paritaria è un processo utile e corretto ed è difficile concepirne uno migliore, ma lascia poco spazio ai ricercatori stravaganti ed eccentrici. L'elitarismo e la natura *ad hoc* della filosofia naturale, pur avendo condotto a numerosi vicoli ciechi, hanno prodotto ispirazione e idee brillanti e geniali. L'epico viaggio di Darwin intorno al mondo, negli anni Trenta dell'Ottocento, portò a una delle intuizioni più geniali e importanti di tutta la storia della scienza, ma leggendo i suoi taccuini ci si rende conto di quanto fosse caotica, in base ai criteri moderni, tutta l'impresa. Tanto per cominciare, impiegarono diverse settimane solo per far uscire il Beagle dal porto di Plymouth. E poi non riuscirono a sbarcare a Tenerife perché era in vigore la quarantena per le navi in arrivo. Ora, naturalmente, qualsiasi genere di spedizione potrebbe contare su un esercito di organizzatori. Oggi i "cani sciolti" se la passano male nella scienza, come mai prima. Gli autori di teorie che mettono in discussione l'opinione dominante tendono a essere ridicolizzati, spesso ingiustamente.

Anche oggi, tuttavia, esistono pensatori liberi che a volte riescono ad aggirare l'opprimente influenza dell'opinione dominante, come Barry Marshall, che ha scoperto che le ulcere allo stomaco non sono provocate dallo stress, ma da un'infezione, e Stanley Prusiner, che ha dimostrato che l'encefalopatia spongiforme degli ovini e la malattia di Creutzfeldt-Jakob sono causate da una proteina detta prione, un agente infettivo in precedenza sconosciuto. Queste isole di magnificenza intellettuale punteggiano un mare piuttosto piatto di conformismo.

Il problema dei grandi interrogativi - sull'origine della vita, ad esempio - è l'estrema difficoltà di ottenere fondi di ricerca per cercare le risposte. Una delle caratteristiche delle domande esaminate in questo libro è che spesso non appartengono in modo chiaro a un'unica disciplina; per comprendere realmente il tempo, ad esempio, probabilmente è necessario essere allo stesso tempo un fisico, uno psicologo cognitivo e un filosofo.

Per risolvere il problema delle origini della vita è necessario essere esperti di geologia, di astronomia, forse di cosmologia (dando per scontato che non sia necessaria la teologia) e di biochimica. Se qualcuno dichiara di voler indagare i fenomeni paranormali o la natura della realtà, gli sarà molto difficile ottenere qualsiasi tipo di finanziamento. Ovviamente, tanti si stanno di fatto occupando di questi problemi, ma gli studiosi che hanno una cultura enciclopedica sono relativamente pochi e tendono a rimanere ai margini.

Oggi la specializzazione e la correttezza scientifica sono tutto. La corrente scientifica principale è incanalata, concentrata e specializzata, tanto che un biochimico che studi la struttura di un certo tipo di proteina molto probabilmente non sa granché delle ricerche più recenti sui grassi o i carboidrati, poniamo, per non

parlare di qualsiasi argomento al di là della biochimica.

Charles Darwin aveva una conoscenza operativa dei settori di punta della geologia, della biologia e della meteorologia e padroneggiava le loro varie sottodiscipline. Alla metà dell'Ottocento era possibile, oggi invece la complessità, e il linguaggio tecnico, sono tali che uno scienziato come Darwin non potrebbe proprio esistere. E se esistesse non otterrebbe mai un finanziamento per salpare con il Beagle.

A volte il mistero è dovuto al fatto che un argomento è davvero difficile. Certi misteri, però, alla fin fine potrebbero dimostrare di non essere tali. Talvolta la scienza perde molto tempo a inseguire gli arcobaleni. Prendiamo la coscienza, ad esempio. Il problema di che cosa sia a rendere consapevole la mente è stato deliberatamente ignorato per decenni e invece oggi occupa alcune delle menti migliori del pianeta. La coscienza suscita un interesse profondo. Ma non tutti sono convinti che la sensazione di consapevolezza, apparentemente così misteriosa e significativa, abbia davvero importanza. Per la verità, conosco un insigne scienziato che trova sconveniente discutere della coscienza. Questi discorsi, dice, «portano inevitabilmente soltanto a un mucchio di congetture stupide». Forse, solo forse, ciò che chiamiamo "coscienza" in realtà non esiste...

Uno dei misteri considerati in questo libro è il tempo. Il tempo è qualcosa che tutti diamo per scontato, ma è davvero una bestia molto sfuggente se proviamo a definirlo. Considerare spazio e tempo congiuntamente come una sorta di trama che tiene unito l'universo è un modo assai utile di accostarsi ai problemi dal punto di vista matematico. Ma chiarisce in qualche modo ciò che è in realtà il tempo?

È possibile riuscire a farlo scomparire, con un soffio di logica, eliminando tutte quelle piccole "t" dalle equazioni?

Probabilmente no, ma l'elenco degli scienziati che hanno studiato cose inesistenti è molto lungo. Nell'Ottocento, alcuni psicologi americani studiarono una malattia che causava grande preoccupazione, specie nelle regioni meridionali del paese. Gli effetti di questa malattia, chiamata *drapetomania,* erano pericolosi ed economicamente negativi. La drapetomania, dovete sapere, era l'«impulso incontrollabile di un negro a evadere dalla schiavitù». Gli schiavi, oltre a soffrire di questa follia irrazionale, potevano essere colpiti anche da *dysesthesia aethiopica,* ovvero disobbedienza.

La drapetomania fu diagnosticata per la prima volta da Samuel Cartwright, un medico della Louisiana, che riuscì a far citare la sua nuova malattia dal "New Orleans Medical and Surgical Journal". La sua terapia preferita per questa malattia, come per la *dysesthesia,* era molto semplice: una buona bastonata. Oggi questo esempio ridicolo dì razzismo legittimato ci provoca imbarazzo, ma siamo sicuri che ogni fenomeno che diamo per scontato e di cui discutiamo sia più reale della drapetomania? Quali altri punti del canone scientifico potrebbero essere soltanto un elemento culturale, un riflesso del pensiero del nostro tempo?

A pensarci bene, molti altri - non solo il tempo e la coscienza. Non tutti sono convinti che la "materia oscura" e l'"energia oscura" siano reali, ad esempio. Forse le equazioni sono sbagliate, o c'è qualche errore nelle osservazioni, e stiamo dando la caccia allo Snark.

Fino a che punto il mondo elegante descritto dai fisici quantistici rappresenta la realtà o invece un suo modello matematico? Non è del tutto chiaro. La fisica moderna

è piena di descrizioni e modelli meravigliosi della realtà e questo è un problema. Lo spaziotempo si contorce e si distende come fosse di gomma. L'energia oscura tende e fa a pezzi la trama stessa della realtà. Minuscole stringhe in vibrazione, cunicoli gravitazionali e scontri tra brane fanno nascere interi universi. Quante di queste cose sono reali, com'era reale la mela di Newton, e quante sono solo astrazioni, impossibili da immaginare se non attraverso la lente delle equazioni e delle dimostrazioni? In particolare, oggi purtroppo lo strano mondo della fisica moderna è così surreale, così controintuitivo, da risultare indecifrabile per le persone comuni (si pensi invece alle opere di Darwin e persino di Newton, che all'epoca potevano essere comprese, quanto meno nei loro tratti essenziali, da milioni di persone istruite).

Questo libro si concentra su dieci domande. Non è un elenco completo dei massimi interrogativi scientifici senza risposta; è invece un'istantanea, scattata in un momento particolare, degli argomenti che mi sconcertano più di altri. Alcune domande sono ovvie, come quelle sulla natura del tempo e sul mistero della realtà. Altre sono comprese nell'elenco semplicemente perché le trovo affascinanti. L'epidemia di obesità forse non rivela nulla di fondamentale circa la natura dell'universo, però mette in luce molti aspetti affascinanti della vita sulla Terra al giorno d'oggi e delle nostre ossessioni.

Qualche grande interrogativo non è citato. L'enigma della coscienza è stato dibattuto fino allo sfinimento e sono propenso a concordare con l'eminente biologo britannico citato poc'anzi. Ciò nondimeno, è un argomento oltremodo interessante. L'ho affrontato, un po' indirettamente, trattando la consapevolezza degli animali e la continuità dell'esistenza.

La fisica moderna è un vero incubo. Forse il suo mistero più grande, e finora senza risposta, è: "Che cosa accade esattamente nella fisica quantistica?". Com'è noto, Paul Dirac rispose: «Tacete e calcolate!», ma questa naturalmente è una risposta inaccettabile.

Ad esempio: quando due elettroni, separati da una distanza enorme, sono *entangled,* il che significa che quel che capita a uno ha un effetto istantaneo sull'altro, che cosa accade esattamente? Come fa l'informazione a viaggiare a una velocità superiore a quella della luce (possibilità ovviamente proibita)? Una delle interpretazioni è che in qualche modo venga inviato un "messaggio" all'indietro nel tempo. Un'altra è che le particelle "comunichino" facendo riferimento a una "funzione d'onda universale" che si estende dappertutto.

Il ruolo della mente cosciente è un mistero profondo. Com'è che l'atto di osservare influenza ciò che viene osservato, come sostengono fermamente alcune interpretazioni della fisica quantistica? In base a una di queste, inoltre, ogni volta che avviene un evento quantistico si crea un intero universo che tiene conto di tutti i risultati statisticamente possibili. Bene, ma da dove arrivano tutti questi universi?

Che altro manca al mio elenco? Anche se considero la possibilità che l'universo ospiti una miriade di forme di vita, ho lasciato ad altri tutto l'enigma degli UFO. Ai miei occhi, il mistero più profondo è l'esistenza della vita. L'esistenza di una vita intelligente è forse la ciliegina sulla torta, anche se sarebbe una torta estremamente interessante se riuscissimo a trovarla. In ogni caso, può darsi che per trovare forme di vita intelligente non si debba cercare tanto lontano; più gli scienziati indagano i

meccanismi interni del cervello animale, più i nostri cugini sembrano salire nella classifica delle capacità intellettuali.

Esistono alcuni aspetti fondamentali di noi stessi che ancora non capiamo. Lo scopo del sonno (e dei sogni) continua a essere un mistero, anche se un anno sì e un anno no viene presentata una nuova teoria. La scienza medica moderna è un trionfo e tuttavia l'imbarazzante verità è che in gran parte non comprendiamo realmente come funziona. Il nostro cervello è ancora profondamente misterioso e non solo perché genera l'esperienza cosciente.

Non sappiamo come né dove sono memorizzati i ricordi. E non sappiamo se il libero arbitrio è un'illusione. Dimostrare che lo è e farlo capire a tutti sarebbe uno dei massimi affronti alla dignità umana da quando abbiamo capito che non siamo stati creati a immagine di Dio, ma ciò non significa che quest'ultima ipotesi non sia quasi certamente vera.

Le cose che non sappiamo sono moltissime. Ve ne presento dieci, ma ce ne sono a centinaia. La scienza ha il compito di trovare le risposte e senza dubbio le troverà.

L'unico problema è che, altrettanto indubbiamente, quando chiariremo questo piccolo gruppo di enigmi, il culmine della conoscenza che avremo raggiunto sarà fasullo proprio come quello raggiunto da Lord Kelvin e i picchi dell'ignoto saranno alti e distanti esattamente come quando pensavamo erroneamente che mancasse solo un passo alla fine della salita.

Dieci domande alle quali la scienza non può (ancora) rispondere

Capitolo 1

Fido è uno zombie?

Qualche anno fa, ebbi la grande fortuna di trovarmi a più di tremila metri d'altezza sulle pendici di un vulcano, in Ruanda. Questo paese dell'Africa centrale è davvero uno dei luoghi più incantevoli, insoliti e surreali della Terra. Penso di non essere mai stato in nessun altro luogo, di certo non in Africa, che sembrasse più sereno, ridente e pacifico. Eppure, soltanto una decina d'anni prima della mia visita, quel paese era stato divorato da un accesso animale di sete di sangue che storicamente quasi non ha pari in tutto il mondo.

Il Ruanda non è solo una storia di orrore: nel "paese delle mille colline" si trovano alcuni dei paesaggi più strani e pittoreschi di tutto il pianeta. Insieme ad alcune nazioni confinanti, il Ruanda è l'habitat di uno tra gli animali più magnifici al mondo: il leggendario gorilla di montagna, una specie molto vicina all'estinzione.

Ed era per i gorilla che mi trovavo lì. Stavo scrivendo un articolo per il mio giornale, per raccontare come questi enormi animali fossero riusciti a far fronte a decenni di guerra civile e conflitti nel loro ambiente naturale. Correva voce che i cacciatori avessero ucciso e mangiato gli ultimi esemplari di questa magnifica specie, il cui numero si era ridotto a poche centinaia. Da quel che ho sentito dire, è probabile che il grande gorilla di montagna stia proprio per scomparire.

I gorilla di montagna, come i gorilla di pianura loro cugini, gli scimpanzé, i bonobo, gli oranghi delle Indie orientali e, naturalmente, gli esseri umani, costituiscono il gruppo delle grandi scimmie antropomorfe. Noi andiamo a testa alta come se fossimo in cima all'albero dell'evoluzione, anche se non meritiamo un tale riconoscimento. Ogni specie ancora esistente è "in cima" al ramo che l'ha generata, quale che sia. Non siamo più "progrediti" del modestissimo batterio *Escherichia coli,* anche se, come i gorilla e gli scimpanzé, siamo senz'altro gli animali più intelligenti. Siamo anche consapevoli di noi stessi (il che non coincide necessariamente con l'essere intelligenti, come vedremo meglio in seguito). Lo siamo soltanto noi?

L'escursione che occorre fare per incontrare i gorilla delle montagne Virunga in Ruanda è piuttosto impegnativa. Questa regione dell'Africa non ha un clima caldo e faticoso, ma è sorprendentemente fresca e nebbiosa. Salire a piedi fino alla zona dove vivono i gorilla è un po' come camminare nel parco nazionale di New Forest, in Inghilterra - ma inclinati di 45°. La salita è interminabile e si scivola continuamente sul fango, ma ne vale la pena.

Fummo molto fortunati, quel freddo giorno di giugno. Ci imbattemmo nel gruppo Susa, una vasta famiglia di circa trenta gorilla, la più numerosa tribù di questi animali (che comprende, cosa piuttosto spaventosa, grossomodo il 5 per cento di tutta la popolazione mondiale di gorilla di montagna). C'erano diverse femmine mature, un paio di grandi maschi *sìlverback* (dal dorso argentato) e qualche cucciolo pericoloso

che giocava con il bambù e il sedano.

I cuccioli non sono pericolosi di per sé, ovviamente. Ma ci avevano detto che andavano evitati a ogni costo. Come tutti i giovani primati, sono vivaci ed essenzialmente amichevoli e in realtà vogliono solo giocare. E se lo fanno possono essere guai. «Un turista giapponese ha commesso un errore qualche mese fa», ci raccontò una delle guide. «Un cucciolo gli si è avvicinato e lui lo ha preso in braccio. Avessi visto il *silverbackl* Il gesto non gli è affatto piaciuto. Ha sollevato il turista - dopo essersi ripreso il piccolo - e lo ha scagliato contro un albero, rompendogli una gamba. Brutto affare».

Per la verità, il motivo per cui questi animali sono tanto vigorosi è un mistero. Un gorilla ha la forza di dieci uomini, letteralmente, ed è capace di spezzare un ramo dello spessore di una gamba. Ma tale forza non sembra conferire un vantaggio evidente a questi animali. Non sono particolarmente aggressivi l'uno nei confronti dell'altro e non hanno predatori naturali oltre l'uomo. O è un vestigio di un passato evolutivo maggiormente caratterizzato da "zanne e artigli rossi di sangue" (la loro dentizione indica certamente che sono "carnivori" più che "masticatori di insalata" e in effetti c'è qualche prova del fatto che oggi i gorilla non sono erbivori puri), oppure è il risultato di qualche forma piuttosto complessa di selezione sessuale, un po' come l'incredibile piumaggio di alcuni uccelli tropicali.

É misterioso anche il motivo per cui sono così intelligenti (né l'ambiente né lo stile di vita francamente catatonico del gorilla di montagna sono particolarmente impegnativi dal punto di vista intellettuale). Eppure senza dubbio sono molto intelligenti. Dopo aver ciondolato per un quarto d'ora con il gruppo, iniziarono a stufarsi di noi. Era sconcertante essere tanto vicini ad animali consapevoli della presenza dell'uomo e tuttavia completamente indifferenti. La maggior parte delle specie mostra un'aperta aggressività o un terrore cieco in presenza di qualche esemplare di *Homo sapiens* (del tutto ragionevolmente, gli si dev'essere insinuato nel cervello che quelle pericolose creature bipedi trasformano la loro pelle in un bel tappeto appena li guardano). Quel connubio di lieve curiosità e intenzionale indifferenza è piuttosto insolito. In ogni caso, un piccolo gruppo di gorilla decise di fare un giro nella foresta, e noi decidemmo di seguirli.

Il gruppo che si era separato consisteva, a quanto ricordo, di due femmine non del tutto mature e un giovane maschio. Sembravano in tutto e per tutto tre amici adolescenti che vanno a fare una passeggiata e tali erano, suppongo. Camminarono quasi in silenzio attraverso un bosco di bambù e ci condussero in una piccola gola, una massa intricata di ragnatele e vegetazione sotto la volta della foresta. Nella gola, un piccolo ma spettacolare crepaccio nella montagna, passava un ruscello, che a un certo punto si allargava formando un piccolo laghetto, largo circa tre metri. I tre gorilla si sedettero intorno al laghetto. Uno, credo una femmina, fissò intensamente il suo riflesso nell'acqua. Potrei giurare che mentre osservava il proprio muso nello specchio d'acqua si passò le dita tra i capelli. Poi uno degli altri, che pure aveva lo sguardo fisso sui riflessi, schiaffeggiò l'acqua con la mano, e l'acqua naturalmente si increspò. A quel punto i tre animali si sbellicarono dalle risate alla vista dei loro riflessi tutti ondeggianti.

D'accordo, erano animali. Emettevano suoni, appropriati per la loro specie, che

consistevano di un certo insieme di grida e fischi. Uno scienziato vero, a differenza di un giornalista o un turista, indubbiamente descriverebbe il loro cambiamento di postura e di atteggiamento del corpo usando termini molto diversi da "sbellicarsi dalle risate". "Chissà che cosa gli passa per la mente?", direbbero gli scienziati, meglio non avvicinarsi.

Mi dispiace, ma non è un atteggiamento corretto. Se sembra una papera, cammina come una papera e fa qua qua come una papera, è più facile presumere che si tratti proprio di una papera, piuttosto che tirare in ballo qualche complessa analogia. Questi gorilla si sbellicavano dalle risate per quello che nelle foreste Virunga è considerato un divertimento. E se il senso dell'umorismo non è un segno di intelligenza e di consapevolezza di sé, è difficile capire che cosa sia.

Nel corso della storia abbiamo avuto un atteggiamento vario e contraddittorio nei confronti della consapevolezza animale, a proposito della quale sono emerse alcune verità molto scomode. La scienza della cognizione animale ha subito una sorta di rivoluzione nell'ultima trentina d'anni e le scoperte puntano tutte in una direzione: la vita mentale degli animali è molto più complessa e sofisticata di quanto pensassimo.

Non solo gli animali sono più intelligenti di quanto credessimo un tempo, probabilmente hanno anche più emozioni, sono più consapevoli di se stessi e sono per molti versi più simili a noi di quanto si sia mai creduto possibile. Riguardo a questo argomento la scienza è in rotta di collisione con il mondo dell'etica e della moralità comunemente accettate e nel prossimo futuro sarà facile assistere a una rivoluzione causata da quello che stiamo apprendendo. Se decidiamo che Fido non è uno zombie, dovrà cambiare tutta la relazione tra l'umanità e il resto del mondo animale.

Storicamente, come vedremo, il tema dei diritti degli animali ha riguardato soprattutto i teologi e i filosofi. In tempi recenti, è stato un argomento da candidati politici e da attivisti. Ma oggi tutto il problema di quali "diritti" garantiamo alle altre specie si è trasferito nel dominio scientifico. Non molto tempo fa, chiunque avesse suggerito che altre specie possono pensare, usare linguaggi e strumenti e mostrare emozioni "umane" quali l'amore, la gentilezza o l'empatia sarebbe stato accusato di irrimediabile antropomorfismo e sentimentalismo.

Un tempo, l'"intelligenza" in un animale era vista come puramente "istintiva" e l'"istinto", comunque si decidesse di definire quell'entità piuttosto vaga, era una di quelle cose che tracciavano un confine certo tra gli animali (di cui ogni mossa, per quanto complessa, si credeva guidata dall'istinto) e noi (che, in quanto esseri "superiori", non siamo schiavi degli istinti). É da molto che riconosciamo l'intelligenza di specie come i cani e gli scimpanzé, ma fino a tempi piuttosto recenti molti scienziati vedevano nei comportamenti di questi animali poco più che un gioco di intrattenimento, un simulacro del ragionamento cosciente. Possono sembrare intelligenti, dicevano, ma è un'illusione. Dietro quegli occhi vivaci in realtà non vi è nulla. Anche l'animale più vivace non è altro che una macchina, uno zombie.

Ora l'atteggiamento è cambiato. Più gli zoologi studiano il comportamento degli animali, più complesso e "senziente" diventa il loro comportamento. La scienza si è anche avvicinata a una definizione quantificabile della sensibilità, una lista di controllo che consente di misurare le "prestazioni" di varie specie. E tutto ciò, inevitabilmente, solleva alcune domande scomode.

Si riconosce da molto tempo che le grandi scimmie antropomorfe meritano un riconoscimento speciale per la loro intelligenza e la loro presunta sensibilità. In verità in molti paesi, tra cui la Gran Bretagna, specie quali i gorilla e gli scimpanzé hanno acquisito uno status legale esclusivo, in particolare per quanto riguarda le leggi che regolano la sperimentazione animale, che le separa dal resto del regno animale non umano. Ma più aumenta la nostra conoscenza delle capacità degli animali, più scomode diventano queste domande. Attribuire diritti agli scimpanzé e ai gorilla è una cosa, ma che dire dei delfini? E se li si attribuisce ai delfini, che dire di altri mammiferi, come cani e gatti? Pecore? Maiali? E i corvi? I pesci? Fermiamoci un momento: alcuni di questi ce li mangiamo. Secondo alcuni scienziati e filosofi, rivelare la vita mentale segreta degli animali significa scoperchiare un vero e proprio vaso di Pandora.

Innanzitutto, com'è ovvio, occorre definire che cosa intendiamo esattamente con *sensibilità.* Esistono sette caratteristiche su cui gli scienziati forse possono trovarsi d'accordo. Tutte sono possedute dagli esseri umani e certe anche da molte altre specie. Pochissime specie sembrano possederle tutte.

Al primo posto troviamo una *teoria della mente,* ossia la capacità di sapere o indovinare che cosa sta pensando un altro essere. Una tipica prova della presenza di una teoria della mente consisterebbe nel domandare: "Che cosa può vedere quella persona laggiù?". Gli esseri umani di più di quattro anni sanno rispondere; gli scimpanzé adulti e i bonobo forse. Nessun'altra specie mostra questa capacità cognitiva di altissimo livello (le persone gravemente autistiche e i bambini piccoli pur dotati dì ogni capacità non sembrano avere una teoria della mente).

L'uso di strumenti, che un tempo si riteneva prerogativa esclusiva dell'umanità, risulta molto comune. Varie scimmie antropomorfe e diversi uccelli, e persino le lontre marine, sanno adattare materiali naturali per una gran varietà di usi e lo fanno comunemente.

Numerose specie danno prova di avere la *capacità,* se questa è la parola giusta, *dì provare emozioni ed empatia.*

Un altro tratto distintivo della sensibilità è la *capacità di imitare.* Nei primati, certi neuroni, chiamati "neuroni specchio" paiono attivarsi quando l'individuo cerca di copiare gli altri nell'eseguire un compito. Le scimmie antropomorfe, ovviamente, sanno scimmiottare, così come i polpi, anche se il fenomeno è molto meno famoso.

Indubbiamente il *linguaggio* non viene più considerato un tratto esclusivo degli esseri umani e il cosiddetto *test dello specchio* - "Riconosco che l'essere nello specchio sono io?" -, un tempo considerato una demarcazione fondamentale tra l'essere senziente e lo zombie, è stato superato da animali molto diversi tra loro come i piccioni e gli elefanti (ed è discutibile che possa essere un buon test per specie le cui abilità visive sono enormemente superate da altri sensi, come l'olfatto).

Forse la "massima" qualità della sensibilità è la *metacognizione,* la capacità di riflettere sui propri pensieri. «Cogito, ergo sum» sono le famose parole con cui Descartes sintetizzò ciò che significa essere consapevoli di se stessi e fino a poco tempo fa a distinguerci dalle bestie era proprio la nostra capacità di riflettere, di vivere in un mondo mentale disgiunto dal mondo dell'"adesso immediato", che si presume costituisca lo scenario del pensiero animale. Può darsi che stia per avvenire

un cambiamento.

Non tutti ne saranno convinti. Infatti, nonostante questi progressi, nonostante gli articoli su "Science" e altre riviste che mettono in risalto il caso di corvi e delfini geniali, nonostante i resoconti degli straordinari risultati conseguiti in laboratorio da scimmie antropomorfe nell'utilizzo del linguaggio dei segni e persino delle capacità linguistiche apparentemente reali di alcuni uccelli, tutto il settore della cognizione animale continua a essere circondato da un alone di pseudoscienza. Sapere veramente che cosa accade nella mente di un animale, dopo tutto, è impossibile. Come ha fatto notare una volta il filosofo Thomas Nagel, non possiamo sapere come ci si sente a essere un pipistrello.

Agli scettici - o ai cinici - piace dire che la ricerca in questo settore è ostacolata dall'assunto che il plurale di "aneddoto" sia "dati". Ciò nonostante, mettendo da parte il sentimentalismo, le affermazioni indubbiamente dubbie fatte da certi ricercatori riguardo a capacità simili a quelle umane e la scarsità di informazioni chiare, rimane l'importante verità che più aumenta la nostra conoscenza degli animali, più gli animali si rivelano, sotto certi aspetti, simili a noi.

É una frontiera della scienza. Le basi evolutive dell'intelligenza e della cognizione in generale continuano a essere molto poco comprese. Non sappiamo perché gli esseri umani sono diventati così intelligenti. Il cervello umano consuma enormi quantità di energia (all'incirca un ottavo delle calorie che consumiamo serve ad alimentare il computer che sta nel nostro cranio) e le sue sole dimensioni rendono traumatica la nascita degli esseri umani, il che nella maggior parte delle specie mammifere non si verifica.

Si tende a supporre che la nostra intelligenza sia emersa semplicemente per selezione naturale - i benefici di una niente acuta ai fini della sopravvivenza sembrano ovvi - ma in effetti è possibile che la strada verso l'intelligenza umana sia stata aperta da qualcosa di molto più banale - la selezione sessuale, forse. La nostra capacità di chiacchierare e formare relazioni sociali complesse è rispecchiata dalle capacità di qualche altro primato, ma non abbiamo idea del motivo per cui noi, e non loro, siamo dovuti diventare tanto intelligenti.

Naturalmente, noi *siamo* animali, ma fino a poco tempo fa si riteneva che dal punto di vista intellettuale *Homo sapiens* costituisse quasi un regno a parte. Oggi non possiamo più esserne tanto sicuri. E nel secolo in cui probabilmente si metteranno sempre più a fuoco i ruoli e i possibili diritti degli animali, in particolare di specie che sono in pericolo mortale come il gorilla di montagna, è facile che la scienza della sensibilità degli animali diventi qualcosa di più di un tema di discussione puramente accademico o filosofico.

Tradizionalmente, la religione ha avuto una grande influenza sulla concezione della sensibilità animale, quanto meno in Medio Oriente e in Europa. I seguaci delle grandi religioni monoteistiche ritenevano che gli animali fossero essenzialmente dei beni, di cui disporre a proprio piacimento. In *Genesi* 1,26 si legge: «E Dio disse: "Facciamo l'uomo a nostra immagine, a nostra somiglianza, e domini sui pesci del mare e sugli uccelli del cielo, sul bestiame, su tutte le bestie selvatiche e su tutti i rettili che strisciano sulla terra"».

Si può dire che in Occidente questa concezione abbia influenzato e dominato il

modo di concepire gli animali da parte della maggior parte delle persone fino al XX secolo. Non è mai stata l'unica concezione, tuttavia. In altre società, in cui sono diffuse altre religioni, gli animali possono essere considerati in modo del tutto diverso. Nel buddismo, ad esempio, ogni creatura vivente è considerata parte di uno spettro che comprende gli esseri umani. Gli indù considerano sacri certi animali, in particolare le vacche, non se ne cibano e si astengono dal far loro del male. Ma nella società che alla fine ha sviluppato la biologia evoluzionistica, l'etologia (lo studio del comportamento animale) e le neuroscienze si è affermata la concezione biblica. Questa concezione piuttosto inflessibile degli animali ha modellato il nostro studio e le nostre interpretazioni in un modo tutt'altro che utile.

Ma anche ai tempi della Bibbia esistevano contraddizioni e paradossi. Gli animali erano trattati male, tuttavia nacquero codici religiosi che proibivano la crudeltà nei loro confronti. Gli animali erano carne da consumare, eppure nell'Europa medievale potevano essere, e furono, processati per assassinio.

La scienza, per una volta, scelse quella che si può considerare come la concezione tradizionale. René Descartes, com'è noto, affermò che tutti gli animali sono automi, veri zombie le cui reazioni a cose come il dolore sono semplicemente riflessi programmati.

Descartes riteneva che solo gli esseri umani presentassero un comportamento sufficientemente complesso e raffinato da indicare la presenza di un'"anima" dualistica, il fantasma nella macchina necessario alla coscienza. Era un'idea convincente e continua a convincere. Un animale che soffre, senza dubbio un mammifero o un uccello che soffre, sembra soffrire esattamente come un essere umano. Ci saranno grida, guaiti, contorcimenti dei muscoli, dei legamenti e dello scheletro, che indicano lo stato di agonia. Monitorando il cervello dell'animale e le proprietà chimiche del sangue, si rileva la presenza di ormoni dello stress come il cortisolo e l'adrenalina e si osserva che le reazioni fisiche sono identiche a quelle degli esseri umani.

Ma possiamo essere del tutto certi che l'animale stia effettivamente *provando* dolore proprio come un essere umano? Naturalmente no. Non è difficile immaginare programmi o robot ideati per imitare le manifestazioni esteriori del dolore, ma in questi casi chiaramente non c'è alcuna sofferenza. Posso facilmente programmare la macchina su cui sto scrivendo questo libro in modo che scriva "ahi!", o qualcosa del genere, ogni volta che premo, ad esempio, il tasto "Q", ma dovrei essere deficiente per credere che il mio computer stia davvero soffrendo.

Dovrei essere imbecille anche per supporre che i contorcimenti di un'ameba in presenza di sostanze chimiche nocive o di una temperatura estremamente alta o bassa corrispondano a una percezione significativa di dolore o anche di lieve sgradevolezza. Un'ameba è soltanto una macchina biologica, un sacchettino di proteine e acidi nucleici, grassi e acqua e varie altre cianfrusaglie, che verosimilmente non "soffre" più del mio telefono o della mia macchina. Un tempo, questo era considerato un argomento convincente che "dimostrava" che gli animali non sono coscienti, ma oggi in generale non è più accettato. Un'ameba differisce da un cane tanto quanto un cane differisce da un computer.

Ma fino a qualche tempo fa non era scientificamente corretto sostenere l'esistenza

di una qualche vita mentale degli animali. Negli anni Cinquanta e Sessanta del secolo scorso, il comportamentismo, una scuola psicologica radicale, affermava che, così come era insensato sostenere che gli animali avessero una vita mentale, era altrettanto insensato sostenere che ne avessero una gli esseri umani. Burrhus Frederic Skinner, il più fervido sostenitore del comportamentismo, condusse numerosi esperimenti su piccioni chiusi in una scatola e individuò relazioni complesse tra gli stimoli e le reazioni, sviluppando la sua premessa che il cervello del piccione fosse una macchina calcolatrice.

Skinner allenò i suoi piccioni a eseguire "giochi" straordinariamente complessi, come premere una certa sequenza di leve allo scopo di ottenere un cibo gradito e cose del genere. Quel che accadeva nella testa del piccione, pensava Skinner, non era nulla di più della continuazione di queste leve, una serie interconnessa di meccanismi mentali inconsapevoli che alla fine facevano fare questa o quell'azione all'animale. Skinner tentò di realizzare un esperimento del genere persino con sua figlia.

Per i comportamentisti, quel che accadeva all'interno del cranio era inconoscibile e quindi immeritevole di essere studiato e persino considerato. Discutere della mente "cosciente" e del suo possibile significato era come discutere delle fate e degli gnomi. I pensieri nella migliore delle ipotesi erano solo una forma interiorizzata di linguaggio.

Il comportamentismo ha indubbiamente illuminato molti aspetti del funzionamento della mente e ha portato una proficua ventata di rigore matematico nel caotico e variopinto luna park di idee in cui si stava trasformando la psicologia. C'era un grosso problema, però.

Sappiamo tutti di avere una vita mentale, interiore, perché ne facciamo esperienza. Negare l'esistenza della vita mentale perché è impossibile studiarla in maniera significativa è come negare l'esistenza della galassia di Andromeda perché nessuno vi è stato e probabilmente nessuno vi andrà mai. Naturalmente, il comportamentista può fare un ragionamento solipsistico e presumere di essere *l'unico* organismo vivente con una vita mentale, mentre i suoi piccioni e i suoi colleghi sono solo zombie, ma questo aggiungerebbe un'inutile complessità al ragionamento (perché mai dovrebbe essere l'unico cosciente tra tutti i miliardi di esseri?). Solo questo fatto richiederebbe un'enorme quantità di spiegazioni. Oggi sarebbe molto difficile trovare qualcuno che abbia la rigida concezione comportamentista della coscienza animale o umana.

Ma che cosa significa essere consapevoli di sé, anzi, essere coscienti di qualsiasi cosa? Dopo tutto, è assolutamente possibile che l'essere umano esegua processi mentali complessi e non ne sia cosciente. Se andate al lavoro tutti i giorni percorrendo lo stesso percorso in macchina, è probabile che durante la maggior parte di questi spostamenti, il più delle volte, non siate coscienti delle vostre azioni più di quanto lo siate del battito del cuore o del lavoro svolto dai reni. Provate a ricordare l'intero viaggio la prossima volta che parcheggiate vicino all'ufficio.

Eppure, nonostante il fatto che guidare una macchina è un processo governato dalla mente enormemente complesso e difficile e che richiede un po' di tempo prima di essere padroneggiato (e *tutti* ricordiamo com'era le prime volte), il più delle volte non ci andiamo a schiantare anche se siamo stati uno zombie per la maggior parte del

viaggio. Molte delle nostre azioni più complicate e di grande effetto sembrano non essere eseguite sotto un qualche tipo di controllo cosciente. Ammiriamo l'abilità" dei migliori calciatori o tennisti, ma in realtà che cos'è che ammiriamo quando vediamo Roger Federer che effettua un'incredibile risposta a un servizio da 220 chilometri all'ora o Ronaldo che si ferma di colpo sparando la palla in rete da 40 metri? Dopo tutto, queste azioni quasi per definizione devono essere inconsce. L'abilità si acquisisce con l'allenamento, con ore e ore di pratica e con la forza di carattere e la determinazione necessarie per appartenere all'1 per cento dei migliori in qualsiasi sport professionale. Giocare effettivamente, a livello internazionale, è uno spettacolo per i giocatori tanto quanto per gli spettatori.

Se gli esseri umani possono essere per lo più non coscienti delle proprie azioni mentre giocano a tennis o guidano, gli scimpanzé possono senz'altro non essere coscienti quando vanno a caccia o si puliscono l'un l'altro. Ma ciò non significa che gli animali o gli esseri umani non siano consapevoli di sé. La questione della consapevolezza è una delle più complicate della scienza, ma il punto essenziale è se l'unico ad esserne dotato, qualunque cosa sia, è *Homo sapiens.*

Non possiamo sapere come ci si sente a essere un pipistrello, un uccello o una balena. Ma non ne discende che non possiamo studiare e scoprire qualche cosa di utile in merito alla consapevolezza animale. Nel 1970, lo psicologo Gordon Gallup ideò il *test dello specchio* per stabilire se gli animali fossero consapevoli di sé. In sostanza, si usa uno specchio per capire se un animale sa riconoscere che l'immagine riflessa è l'immagine di se stesso. Moltissimi animali sono affascinati dagli specchi, ma, per capire se sanno di essere la creatura nello specchio, nel test di Gallup si segna l'animale con una macchia di colore (che non può vedere se non nello specchio) e si controlla se il comportamento dell'animale indica che si rende conto che il corpo riflesso, con la macchia di colore, è il suo.

Finora otto specie hanno superato il test dello specchio, sei in modo inequivocabile (gli esseri umani, gli scimpanzé, i bonobo, gli oranghi, i delfini e gli elefanti) e altre due (i gorilla e i piccioni) in circostanze più controverse. I bambini di meno di due anni non superano il test, come (forse sorprendentemente) i cani e i gatti. Una specie di scimmie, il cebo cappuccino, sembra superarlo in modo appena sufficiente.

La specie che è stata sottoposta più di recente al test dello specchio è l'elefante africano. Nel novembre 2006, i "Proceedings of the National Academy of Science" hanno pubblicato un articolo che descrive un esperimento condotto su tre elefanti, Happy, Maxine e Patty, che vivono al Bronx Zoo di New York[1]. I tre elefanti sono stati messi davanti a uno specchio dopo che gli avevano dipinto sulla fronte una macchia di colore; tutti e tre hanno reagito in un modo che indicava che si erano resi conto di essere l'animale riflesso nello specchio: si sono infilati la proboscide in bocca e hanno fissato lo specchio affascinati. Uno, Happy, ha superato il test della macchia: dopo averla vista nello specchio, ha cercato di cancellarsela dalla fronte con la proboscide. «La complessità sociale dell'elefante», ha detto Joshua Polotnik, uno degli scienziati responsabili dello studio, «il suo ben noto comportamento altruistico e naturalmente il suo grande cervello hanno fatto dell'elefante un candidato logico

[1] J. Plotnik, F.B.M.de Waal e D. Reiss, *Self-Recognition in an Asian Elephant,* in "Proceedings of the National Academy of Sciences", CIII (45),2006, pp. 17 053-17 057.

per il test dello specchio».

Il test dello specchio potrebbe essere una buona indicazione di consapevolezza in specie che sono "cablate" in un certo modo. Però è un "test" esclusivamente visivo e per molte specie la vista non è il senso principale. I cani, ad esempio, si riconoscono per lo più dall'odore. Se si riuscisse a ideare una versione olfattiva del test dello specchio, probabilmente noi saremmo bocciati. Né gli esseri umani né gli elefanti né gli scimpanzé riuscirebbero a superare un test basato sull'ecolocazione, a differenza di un pipistrello. Il test dello specchio impone un criterio puramente umano (forse puramente primate) per la misurazione della consapevolezza. Però non rivela granché su come ci si senta a essere un pipistrello, un bracchetto o un tasso.

Quali altri criteri potremmo usare per stabilire se gli animali sono coscienti o sono zombie? Esiste una gamma di emozioni che sembra dipendere da un senso molto complesso del proprio posto nel mondo e della propria relazione con esso. Emozioni quali la gelosia, il sarcasmo o l'umorismo sembrano richiedere un senso di sé molto sofisticato (emozioni meno complicate come l'amore o l'odio, o la paura e la rabbia, forse non richiedono affatto lo stesso livello mentale). Allora, gli animali possono provare gelosia? Possono essere sarcastici? La maggioranza degli scienziati ne dubita, ma chi possiede un cane risponde invariabilmente in modo affermativo. Esistono miriadi di aneddoti su bastardini che sgattaiolano con aria offesa per mettersi a dormire sotto il letto quando nasce un bimbo, o di cuccioli disubbidienti che "nascondono" calzini e guanti dietro il divano e manifestano grande gioia quando il padrone esprime la sua frustrazione. Questi episodi appartengono per lo più alla categoria del "gioco" ed esistono molte prove, anche in questo caso aneddotiche, del fatto che moltissime specie si dedicano al gioco. Ma in quale misura si tratta di scienza e non di una semplice antropomorfizzazione? E, cosa più importante, quanti dati abbiamo?

Non molti. Un recente resoconto aneddotico sostiene di aver confermato che i cani possono provare gelosia. La ricerca, svolta all'Università di Portsmouth, in Gran Bretagna, ha riguardato 1.000 cani da compagnia e i loro proprietari, i quali hanno riferito molti casi di gelosia, in cui i cani si sono mostrati irritati dalle manifestazioni di affetto dei loro proprietari per un essere umano o per altri animali.

Per esprimere la gelosia di solito il cane si piazza a forza tra il proprietario e la persona da cui si sente usurpato. Nei numerosi casi raccontati ai ricercatori, il cane aveva cercato di piazzarsi fisicamente tra il suo padrone e una nuova persona importante, specie in presenza di scambi affettuosi. Sono comportamenti che fanno sorridere, ma che possono diventare meno divertenti quando la nuova persona è un neonato.

Per quanto convincenti siano questi racconti, non si tratta di vera scienza. La descrizione del comportamento di un cane o di un gatto da parte del suo proprietario non vuol dire granché; non è certo uno studio in doppio cieco. Forse più convincenti sono alcuni risultati neurofisiologici che suggeriscono che gli animali potrebbero essere capaci di innamorarsi.

Nel cervello delle grandi scimmie antropomorfe e degli esseri umani esiste una struttura composta di neuroni specializzati, le cosiddette *cellule fusiformi.* Questi neuroni si trovano in quelle regioni della corteccia cerebrale che sono state collegate

all'organizzazione sociale, all'empatia, alla simpatia, al riconoscimento del parlato, all'intuizione delle sensazioni provate dagli altri e all'attaccamento emotivo. Una di queste regioni, la corteccia cingolata anteriore, sembra associata alle reazioni emotive a cose quali il dolore, l'eccitazione sessuale e la fame. Un'altra parte del cervello, la corteccia fronto-insulare, genera una reazione simile quando vediamo altri soffrire o provare dolore. Le forti reazioni emotive che abbiamo nei confronti di altri individui - odio, paura, desiderio sessuale, amore o affetto - sembrano dipendere in gran parte dalla presenza di queste cellule fusiformi che si attivano rapidamente.

Sembra inoltre che le grandi scimmie antropomorfe (compresi gli esseri umani, naturalmente) potrebbero non essere gli unici animali con queste caratteristiche. In quello che potrebbe essere un caso classico di evoluzione parallela, Patrick Hof ed EstelVan Der Gucht della Mount Sinai School of Medicine di New York hanno individuato cellule fusiformi nel cervello delle megattere, delle balenottere comuni, delle orche e dei capodogli e per di più nel cervello dei cetacei ne hanno trovato una concentrazione molto superiore a quella presente nel cervello umano. I cetacei, ha detto Hof a "New Scientist" nel gennaio 2007, «comunicano mediante vasti repertori di canzoni, riconoscono le proprie canzoni e ne inventano di nuove. Inoltre formano raggruppamenti per pianificare strategie di caccia [...] e hanno sviluppato reti sociali simili a quelle delle grandi scimmie antropomorfe e degli esseri umani».

Forse il fattore la cui presenza permette di determinare nel modo migliore la sensibilità è il ragionamento astratto. Gli esseri umani sono capaci di *metacognizione,* sanno riflettere sui propri pensieri. É questa la capacità descritta dal famoso aforisma di Descartes «cogito, ergo sum». Conoscere i propri pensieri sembra essere una parte fondamentale della consapevolezza. Uno degli assunti tradizionali è sempre stato che gli animali, essendo privi di un linguaggio con cui interiorizzare i loro pensieri, non possono conoscerli. Possono pensare al dolore che provano, ma non si possono preoccupare del dolore che verrà. Non essendo capaci di metacognizione, gli animali si potrebbero caratterizzare, se non come zombie, certamente come creature prive di una proprietà fondamentale che caratterizza la condizione di non essere zombie, con un mondo interiore composto da una serie nebulosa e non riflessiva di momenti di coscienza acuta.

Alcuni ricercatori, tuttavia, sostengono che è possibile svelare la vita interiore di alcune specie, che in effetti manifestano questa proprietà. David Smith, uno psicologo che lavora all'Università di Buffalo, nello stato di New York, ha lavorato per anni con un delfino tursiope, di nome Natua, in un porto della Florida. Smith ha addestrato l'animale a premere due pulsanti diversi a seconda della frequenza dei suoni che gli faceva ascoltare. Quando la differenza tra i suoni era ovvia, il delfino non aveva problemi (in caso di risposta giusta riceveva in premio un buon boccone). Ma quando i suoni diventavano difficili da confrontare, fino al punto che persino il formidabile udito del delfino era incapace di distinguerli, Natua aveva imparato a premere il terzo pulsante, un pulsante che in realtà significava "non so", o "passo", il che faceva procedere il test alla "domanda" successiva. Smith ha ottenuto risultati simili con i macachi reso, in questo caso usando un certo insieme di simboli in un videogioco. I test sono stati perfezionati al fine di stabilire con quale livello di certezza l'animale ritiene di conoscere la risposta "giusta". A "New Scientist", nel

2006, Smith ha dichiarato: «Non posso sostenere che queste scimmie manifestino una piena coscienza, però ho mostrato la precisa analogia cognitiva con quanto si verifica negli esseri umani - e per noi è coscienza».

Gli animali possono essere molto intelligenti. Negli ultimi anni le scimmie antropomorfe, forse i delfini, e certamente alcuni corvi hanno stupito gli scienziati e il pubblico con manifestazioni di intelligenza che i primi ricercatori non avevano previsto. A quanto pare, ogni anno otteniamo nuovi dati che mostrano che probabilmente gli animali sono più intelligenti di quanto pensassimo. Uno degli attributi che in precedenza si ritenevano caratteristici degli esseri umani è l'uso di strumenti. L'idea si rivelò infondata appena si scoprì, negli anni Ottanta del secolo scorso, che gli scimpanzé dell'Africa orientale e centrale sanno usare ramoscelli inumiditi per stanare le termiti. Un gorilla delle pianure occidentali nella Repubblica del Congo, un maschio di nome Kola, ha imparato a controllare la recinzione elettrica che circonda la riserva naturale in cui vive poggiando il gambo di una pianta sul filo metallico. Il gambo trasmette un po' di corrente, quel tanto che basta a rivelarne la presenza a Kola, ma che non è sufficiente a dargli la scossa. Non tutti gli esseri umani ci arriverebbero.

Il fatto che le scimmie antropomorfe, i nostri parenti più stretti, possano essere tanto intelligenti forse non stupisce, ma quel che ha sorpreso non pochi scienziati è l'intelligenza che stanno rivelando alcuni uccelli, un gruppo il cui nome in precedenza era sinonimo stesso di stupidità.

La serie televisiva della BBC *Life of Birds,* andata in onda nel 1998, ha mostrato alcuni filmati straordinari in cui alcuni corvi giapponesi lasciano cadere sulle strisce pedonali un tipo di noci dal guscio molto duro. Quando il traffico si ferma, se una macchina ha schiacciato la noce, scendono a terra a beccare il gheriglio.

Tutto ciò non è certamente molto scientifico. Ma nel 2002 un corvo della Nuova Caledonia di nome Betty ha avuto un ruolo da protagonista sulla rivista "Science" dopo aver imparato a costruire un uncino con un pezzo di filo elettrico e a usare questo strumento per pescare il cibo da un contenitore di vetro lungo e stretto[2]. La prodezza ha colpito gli scienziati, in particolare poiché un tale livello di utilizzo di strumenti non si era mai osservato neanche negli scimpanzé. «I primati sono considerati i più versatili e raffinati utilizzatori di strumenti», hanno scritto gli autori della ricerca, «ma le osservazioni del corvo della Nuova Caledonia indicano la possibilità che questi uccelli eguaglino i primati non umani per quanto riguarda le capacità cognitive legate all'uso di strumenti».

Il punto davvero straordinario era che Betty aveva costruito gli uncini con un filo metallico flessibile, non con un materiale comune nel suo habitat. Ancora più impressionante era il modo in cui li aveva costruiti. I corvi non hanno mani, dita opponibili e pollici. Per costruire un uncino, Betty dapprima infilava un'estremità del filo nel nastro adesivo avvolto intorno al fondo del contenitore di vetro e poi tirava l'altra estremità ad angolo retto con il becco. Betty non aveva ricevuto alcun addestramento e non aveva mai visto altri corvi fabbricare un uncino. Gli scimpanzé, in alcuni esperimenti simili, si sono dimostrati incapaci di afferrare il principio di

[2] A.A.S. Weir, J. Chappell e A. Kacelnik, *Shaping of Hooks in New Caledonian Crows*, in "Science", CCXCVI1,2002, p. 981.

piegare un filo metallico flessibile per costruire un uncino e recuperare pezzi di cibo. Alcune persone probabilmente sarebbero in difficoltà.

Il fatto che gli uccelli, per lo meno alcuni, siano così intelligenti è una vera sorpresa, in parte perché gli uccelli sono parenti molto alla lontana degli esseri umani. Non sono neanche mammiferi. Ma naturalmente non c'è ragione di supporre che il QI (qualunque cosa significhi in un contesto animale) debba avere qualche relazione con la vicinanza evolutiva a *Homo sapiens.* Nel 2004, "Science" ha pubblicato un articolo che discute la questione dell'intelligenza dei corvidi (corvi, ghiandaie, cornacchie, gazze, corvi imperiali e taccole)[3]. Per la verità, anche se in generale non si attribuisce una grande intelligenza agli uccelli (vedi il famoso "cervello di gallina"), l'intelligenza di queste specie è nota da tempo. In una favola di Esopo, un corvo che non riusciva a bere da un'anfora, perché il livello dell'acqua era troppo basso per poterlo raggiungere con il becco, si mise a gettare sassi nel contenitore, fino a quando il livello dell'acqua divenne raggiungibile. Per moltissimo tempo, le favole come questa sono sempre state liquidate come dicerie e folklore, quali ovviamente sono, però è interessante notare che solo da poco tempo la scienza ha iniziato a scoprire che molte delle cose che i profani hanno pensato dell'intelligenza animale potrebbero essere vere. «Alcuni esperimenti recenti», hanno scritto gli autori, «che hanno indagato le capacità cognitive dei corvidi hanno iniziato a rivelare che la loro reputazione ha effettivamente un fondamento».

Gli autori ipotizzano che l'intelligenza si evolva non per risolvere problemi fisici, ma per elaborare e usare le informazioni sociali, come le alleanze e le parentele, e per usare queste informazioni allo scopo di ricavarne un guadagno personale e di ingannare gli altri. Molto bene, ma è necessario avere l'equipaggiamento adatto per il compito e i corvi e i loro parenti sembrano soddisfare anche questo criterio. Il corvo ha un cervello significativamente più grande di quanto si potrebbe prevedere in base alle dimensioni corporee - di fatto, sulla base di questa misura è simile al cervello dello scimpanzé.

Nella famiglia degli uccelli, solo qualche pappagallo ha un cervello più grande in relazione alle dimensioni del corpo. Il cervello del corvo è inoltre particolarmente ben sviluppato in quelle aree che si ritengono responsabili dei processi di pensiero "superiori", una regione del cervello chiamata "corteccia prefrontale aviaria", perché ritenuta analoga alla struttura presente nel cervello dei mammiferi.

Va detto che i corvi, che in cattività costruiscono uncini, allo stato naturale hanno un comportamento che indica alcune capacità straordinarie. Ad esempio, tagliano da una foglia di *Pandanus* una striscia stretta che si allarga all'estremità, una sorta di paletta con un margine dentellato, e la usano per trafiggere vermi e insetti raccolti al di sotto della vegetazione. Molti corvidi mettono da parte il cibo per consumarlo in un secondo momento; non sono gli unici a farlo naturalmente, ma il punto straordinario è che sembrano essere in grado di distinguere le provviste deperibili da quelle che si conservano a lungo e di tornare al nascondiglio prima che le provviste siano diventate inservibili. Nelle ricerche condotte in laboratorio, gli uccelli non tornavano mai in un nascondiglio che contenesse vermi, poniamo, dopo un lungo

[3] N.J. Emery e N.S. Clayton, *The Mentality of Crows: Convergent Evolution of Intelligence in Corvids and Apes,* in "Science", CCCVI, 2004, pp. 1903-1907.

intervallo di tempo, mentre lo facevano se si trattava di semi. Questo indica una memoria di tipo "che cosa, dove, quando" simile alla nostra. Questi uccelli hanno anche la capacità di creare strategie complesse per far fronte ai ladri: nascondono il cibo dove altri uccelli non possono vederlo, oppure aspettano, con il becco pieno, che gli altri uccelli volino via o si voltino da un'altra parte prima di nascondere le provviste. E gli uccelli che sono ladri abituali tendono a nascondere meglio il loro cibo di quelli che non lo sono.

Questi uccelli, in altre parole, mostrano flessibilità, sembrano capaci di capire quel che potrebbero pensare gli altri, comprendono il principio di causalità, danno segno di avere immaginazione e sanno pianificare. Cosa ancora più importante, il loro comportamento sembra proprio indicare che sono capaci di creare questa "cassetta degli attrezzi cognitivi" per costruire un'immagine interiorizzata del mondo. Ciò significa che sono pienamente senzienti e coscienti? Non lo sappiamo. Tuttavia è senza dubbio una buona prova a sostegno.

Betty e i suoi parenti sono decisamente impressionanti, però non sanno parlare. Alcuni uccelli, naturalmente, sono capaci di imitare il linguaggio umano, ma solo recentemente qualcuno ha avanzato l'ipotesi che siano capaci di capire quel che dicono. Alex, un cenerino africano, è stato studiato per quasi trent'anni dalla psicologa animale Irene Pepperberg negli USA. Alex ha un vocabolario di circa cento parole inglesi e sembra capire che cosa significano. Pepperberg sostiene che Alex capisce concetti quali forma, colore e materiale e che sa usare l'inglese nel modo corretto per descriverli. A quanto pare, Alex mostra anche rimorso. É riuscito persino a inventare una parola, *bannery,* la prima volta che ha visto una mela - in quel momento conosceva già l'uva *(grapes)* e le banane *(bananas).* Un altro cenerino africano che vive negli USA, N'kisi, è capace - questo sostiene il suo proprietario (alcuni scienziati sono piuttosto scettici nei confronti di N'kisi) - di usare il linguaggio per fare effettivamente conversazione (una capacità che non è stata rivendicata per Alex). Pare che N'kisi sappia essere umoristico e persino sarcastico. Ha inventato una nuova espressione quando ha scoperto gli oli per l'aromaterapia usati dal suo padrone - "medicina odore buono" - anche se non è noto se il suo atteggiamento sarcastico si estenda alle terapie alternative. E c'è dell'altro, oltre ai pappagalli e ai corvi. Ora si è scoperto che una pecora può riconoscere decine di persone. E si sono osservati lombrichi che fanno calcolo differenziale (sto scherzando).

Essere abili e inventivi non vuol dire essere consapevoli. Il fatto che i corvi sappiano costruire uncini con un filo metallico non implica necessariamente che siano senzienti. Ma è verosimile che l'intelligenza sia collegata alla coscienza. Il fatto che il cervello dei mammiferi, dei rettili, degli uccelli, degli anfibi e persino dei pesci abbia strutture e origini evolutive comuni indica decisamente che la nostra consapevolezza quasi certamente non è una nostra caratteristica esclusiva. Non trarre questa conclusione equivarrebbe a ipotizzare qualcosa di veramente molto strano, su una falsariga cartesiana - che in qualche modo, in un qualche punto dell'evoluzione di *Homo sapiens,* e solo di *Homo sapiens,* qualcosa di magico abbia invaso i nostri crani nel Pleistocene e vi si sia stabilito.

Allora, dove ci ha condotto tutto ciò? In una posizione piuttosto scomoda, direi. Se

presumiamo, come credo si debba, che gli animali siano esseri senzienti e consapevoli capaci di pensiero cosciente e di distinguere se stessi dal resto del mondo che li circonda, se gli animali non sono zombie, allora la distinzione tra gli animali e noi stessi diventa alquanto arbitraria. Come ha sostenuto qualcuno, mangiare gli animali non è diverso, moralmente, dal cannibalismo (anzi, è peggiore, poiché con il cannibalismo esiste per lo meno la possibilità che il pasto dia il proprio consenso a essere consumato).

È senz'altro sgradevole che più approfondiamo la nostra conoscenza degli animali, più impressionanti sembrano essere le loro capacità intellettive e più sembriamo avere in comune, dal punto di vista biologico. Naturalmente, lo si può ingigantire. È un fattoide troppo citato che gli esseri umani e gli scimpanzé condividono più del 99 per cento del DNA, ma un altro fattoide molto meno citato è che condividiamo due terzi del DNA con l'ippoglosso (o halibut) e una percentuale certamente di due cifre con il lievito. E comunque, che cosa significa?

Anche se gli esseri umani e gli scimpanzé possono stare su ramoscelli vicini dell'albero evolutivo, mentalmente potremmo anche trovarci in foreste diverse. Ciò nondimeno, cose quali l'utilizzo di strumenti, il linguaggio, un senso (forse) di equità, e persino emozioni come l'umorismo e la gelosia - un tempo ritenute tutte caratteristiche esclusive degli esseri umani - ora sono state osservate, in misura minore o maggiore, anche negli animali. Verosimilmente, più sonderemo la mente delle scimmie antropomorfe e non antropomorfe, degli elefanti, dei cani, degli uccelli e probabilmente anche dei pesci, più impressionante sarà l'apparato intellettivo che scopriremo. Persino gli invertebrati non sono immuni da questa "rivoluzione intellettuale" degli animali; alcuni cefalopodi - i calamari, le seppie e i polpi - sono così intelligenti che in alcune giurisdizioni si sono guadagnati il diritto legale di essere protetti da certe procedure sperimentali dolorose.

Incontestabilmente, identifichiamo gli esseri senzienti con l'umanità e con il diritto a un trattamento umano. Nel corso della storia, le peggiori crudeltà perpetrate dagli esseri umani su altri esseri umani si sono verificate quando i colpevoli erano convinti che le loro vittime non fossero realmente umane, non fossero esseri senzienti. All'inizio dell'Ottocento, un giornale inglese pubblicò un famoso annuncio di ricerca di "fucili" (nel senso di uomini armati di fucile) per una spedizione di caccia - allo scopo di uccidere gli aborigeni della Tasmania. Nel 1800, la popolazione tasmaniana era composta da circa 5.000 individui, ma nel 1867 erano tutti morti, ridotti a una serie di membra umane esibite nei musei. I "fucili" non lo considerarono un vergognoso genocidio semplicemente perché non ritenevano che gli aborigeni tasmaniani fossero persone.

Gli animali non sono persone, ma di nuovo, quanto alle capacità intellettive (e alla sensibilità), anche molte persone non sono realmente persone. I neonati, le persone mentalmente confuse per l'età senile, o in coma a causa di un incidente o di una malattia hanno tutti capacità intellettive decisamente inferiori a quelle, poniamo, di uno scimpanzé adulto o del gorilla Kola, eppure in tutte le culture e le società la legge concede molti più diritti all'essere umano che alla scimmia.

Tutto ciò è illogico, come sostiene il filosofo australiano Peter Singer, che ha un atteggiamento riduzionista estremo, ma convincente, nei confronti dei diritti degli

animali. Se è giusto sacrificare la vita di uno scimpanzé per salvare un essere umano, potrebbe essere giusto, in certe circostanze, anche sacrificare una vita umana per salvare uno scimpanzé. Sostenere il contrario è semplicemente sbagliato e rende colpevoli di arbitrario specismo. Il Progetto Grandi Scimmie Antropomorfe (il cui nome, ironicamente, indica di per sé un certo livello di arbitrario specismo) è una libera associazione di scienziati e filosofi che sostengono che dovremmo estendere alcuni diritti legali quanto meno ai primati "superiori", i nostri cugini primi, come primo passo. Ciò significherebbe che la sperimentazione su questi animali, per qualsiasi scopo, anche per saggiare procedure mediche potenzialmente salvavita, dovrebbe essere vietata, in qualsiasi luogo e circostanza. Le grandi scimmie antropomorfe di fatto avrebbero diritti legali simili a quelli attribuiti agli esseri umani.

Se i primati non umani mostrano di essere capaci di *metacognizione* - di riflettere sui propri pensieri e ricordi - questo li pone in una luce completamente diversa. Non si può più pensare che queste specie, e forse molte altre, vivano in un eterno presente, reagendo alla fame e al dolore, alla paura e al piacere senza un concetto di anticipazione o di riflessione. Un conto, forse, è causare dolore a un animale che non può prevedere né riflettere sulla propria esperienza e tutt'altro conto è portare in un laboratorio o in un mattatoio una creatura terrorizzata che si è già fatta un quadro mentale angosciante di quanto le sta per capitare.

La maggior parte delle persone ragiona in altro modo, naturalmente. Conosco molti scienziati che sostengono, in modo convincente, che concedere "diritti" a una scimmia antropomorfa favorendola rispetto a un anziano affetto dal morbo di Parkinson è grottesco. Sperimentando sul cervello di scimmie antropomorfe e non antropomorfe gli scienziati hanno fatto grandi progressi nella comprensione di questa spaventosa malattia invalidante e nell'individuazione di una cura. Fermare questa sperimentazione, nei laboratori europei e americani, è diventata la *raison d'ètre* di molte organizzazioni che si battono per i diritti degli animali, alcune delle quali hanno fatto ricorso ad azioni terroristiche per comunicare il loro messaggio, e tutti conveniamo che è stata una scelta spregevole.

Che dire dell'argomento "pari diritti e pari responsabilità"? Anche in questo caso, sostengono molti scienziati e profani, è assurdo accordare "diritti" a un animale che non può avere idea delle proprie responsabilità in base alle leggi che lo proteggono. Se proteggiamo gli scimpanzé dalla vivisezione, non dovremmo anche citarli in giudizio quando si uccidono tra di loro, o quando uccidono un essere umano (come accade)? Dovremmo concedere il voto ai gorilla? É assurdo, chiaramente, quindi forse dovremmo ripensare a questi "diritti" e scartare l'idea su due piedi.

Ma in realtà l'argomento delle "responsabilità" non regge, ed è immediato dimostrarlo; infatti concediamo un'intera schiera di diritti a esseri umani cui non imponiamo la benché minima responsabilità. Di nuovo, parliamo dei bambini piccoli, dei vecchi, dei malati e dei pazzi. I malati di mente non possono votare, come pure i bambini, ma giustamente non è permesso infilare elettrodi nel loro cervello per far progredire la scienza medica. I bambini sono assolti dalla piena responsabilità quando commettono azioni criminali. Non abbiamo problemi a concedere diritti senza responsabilità agli esseri umani, quindi perché non concederli agli animali?

Lo scenario più probabile è che saremo obbligati a venirne fuori in qualche modo, forse rendendo più severe le leggi sulla crudeltà verso gli animali, ma in sostanza mantenendo la stessa relazione inquieta con il mondo animale che domina sin da quando ci siamo allontanati dai nostri parenti più stretti. Ma è una situazione che potrebbe non durare in eterno. Più studieremo gli animali intellettualmente più sviluppati, più ipersensibili diventeremo, è inevitabile. Ogni secondo gli esseri umani uccidono circa 16.000 animali per cibarsene - vale a dire 504 miliardi di vittime all'anno. Anche se questa carneficina probabilmente viene eseguita in condizioni abbastanza compassionevoli nei paesi ricchi, dove leggi severe governano il benessere degli animali allevati, possiamo dare per scontato che la vasta maggioranza di queste vite termina in modi relativamente disgustosi e brutali.

Può darsi che di qui a qualche anno, o qualche secolo, guardandoci indietro considereremo il modo in cui trattiamo attualmente le creature delle altre specie con lo stesso disgusto con cui oggi consideriamo lo schiavismo - una pratica che 250 anni fa era comunemente accettata nella maggior parte delle società "avanzate" del pianeta. É un argomento a favore non del vegetarianismo, ma di molta più compassione.

Dunque, in quali direzioni procederà la scienza? Anche se probabilmente come filosofia il comportamentismo, l'"antimentalismo", è defunto, le tecniche comportamentistiche sono sopravvissute e il rigore del pensiero comportamentista, per ironia della sorte, sta svelando la vita mentale degli animali come mai prima. Gli scienziati studiano - o cercano di studiare - gli animali in laboratorio e, in misura sempre crescente, nel loro ambiente naturale in modo rigoroso e sistematico come se realizzassero uno studio in doppio cieco. Non è affatto facile. Quando si osserva il comportamento di un animale complesso come lo scimpanzé, poniamo, nel corso di lunghi periodi, probabilmente anche per il ricercatore più diligente è una richiesta eccessiva evitare di trarre qualunque tipo di deduzione sulle emozioni dei suoi soggetti di studio.

La dura verità è che gli animali molto intelligenti spesso sono estremamente affettuosi e formano legami emotivi stretti con i loro osservatori. Ma ciò non significa che una straordinaria ricerca sul campo quale quella condotta da Jane Goodall con i "suoi" scimpanzé non abbia accresciuto enormemente la nostra conoscenza di questi animali eccezionali. Gli etologi sono sempre più interessati a studiare le capacità cognitive delle scimmie antropomorfe e dei cetacei, animali che fino a poco tempo fa erano troppo grandi, impegnativi e costosi da osservare singolarmente o in gruppo. Va citato anche il controverso tentativo di alcuni scienziati di spingere al limite le capacità cognitive animali - tentando di insegnare agli scimpanzé il linguaggio dei segni, ad esempio.

Per svelare la mente degli animali si sono usate tecniche nuove e ingegnose. il test dello specchio di Gallup, seppur imperfetto e probabilmente non definitivo, sta fornendo nuove e sorprendenti intuizioni circa la coscienza animale. Oggi si ritiene che quella che forse è una caratteristica determinante della vera sensibilità - una teoria della mente, ossia "sapere che cosa sta pensando l'altro individuo" - è posseduta quanto meno da alcuni primati. Infine, è cresciuta la consapevolezza culturale di un fatto che la scienza conosce dall'Ottocento, ovvero che gli esseri

umani sono animali. Le relazioni biochimiche, neurologiche ed evolutive che hanno portato alla nostra mente e a quella di altre specie oggi vengono studiate e messe in relazione le une con le altre. Quasi nulla oggi viene considerato definitivamente, assolutamente, "esclusivo" degli esseri umani. L'intelligenza, la paura, la gelosia e la rabbia, l'uso di strumenti e il linguaggio sono stati osservati in molte altre specie.

Osservando gli scimpanzé, li si è visti impegnati in comportamenti che è difficile non interpretare come estremamente violenti, vendicativi e persino sadici. Anche l'umile ratto si è rivelato preoccupantemente "simile all'uomo" in molte sue caratteristiche, manifestando segni di affetto, di malvagità e persino di dipendenza da vari narcotici (è piuttosto facile far sì che molti animali diventino alcolisti, tabagisti e anche incalliti ed entusiasti consumatori di cocaina). Molti animali sono in grado di rispecchiare i "nostri" tratti cognitivi più raffinati, ma non sono affatto immuni da quelli più bassi. La vecchia storia per cui è ingiusto confrontare i criminali con gli animali perché "gli animali non scendono mai così in basso" non è corretta. In sostanza, lo studio del cervello degli animali si è avvicinato di più allo studio del cervello umano e viceversa.

Questo settore continua a essere molto controverso. Il pensiero comportamentista sopravvive e agisce da utile antidoto contro chi vede prove di qualcosa di profondo ogni volta che un cane abbaia o una balena agita la coda. I tentativi di insegnare agli animali a "parlare", quanto meno a gesti, sembrano molto più convincenti, dicono gli scettici, nei documentari televisivi che sotto la fredda luce delle lampade di laboratorio. Forse, inevitabilmente, è un settore che attrae i ragionamenti bizzarri come una candela attira le falene - per alcuni, tra i pappagalli parlanti e i pappagalli telepatici c'è solo un picco passo.

Forse non saremo più soli e questo, inevitabilmente, influenzerà il modo in cui trattiamo le altre coscienze. Far male a uno zombie va bene, perché allo zombie non può importare. Ma come fanno oggi molti scienziati a credere che i loro ratti siano zombie? Per il momento, l'establishment scientifico dominante ritiene che sia (quasi) giusto in circostanze estreme condurre esperimenti su uno scimpanzé. Sarebbe dello stesso parere se gli scimpanzé ci chiedessero di fermarci?

Capitolo 2

Perché il tempo è così misterioso?

Il tempo crea la nostra vita. È la chiave del nostro modo di percepire qualsiasi cosa, dal funzionamento della nostra mente agli eventi che segnano il nostro passaggio dalla nascita alla morte. Forse possiamo immaginare un universo senza colori, senza calore o senza luce, ma non riusciamo a immaginare un universo senza tempo. Eppure, stando all'interpretazione che sembra darne la fisica, forse saremo costretti a farlo.

Quando si supponeva che fosse possibile trasformare in oro i vili metalli, era naturale supporre che dovesse esistere una sostanza in grado di produrre la trasformazione. Oggi, come si faceva un tempo con la pietra filosofale, supponiamo che esista una "quantità" che segna il passaggio degli eventi. Così come lo spazio impedisce che tutto accada nello stesso luogo, il tempo impedisce che tutto accada nello stesso momento. Tuttavia, mentre sappiamo che lo spazio esiste - ecco, posso agitare le mani nello spazio - il tempo è qualitativamente diverso. Nel tempo, dopo tutto, non possiamo agitare le mani.

La vera natura del tempo continua a sfuggirci. I fisici hanno fatto passi da gigante negli ultimi cent'anni riguardo al modo di considerare il tempo, ma in merito a che cosa sia esattamente in realtà ne sappiamo quanto gli antichi greci. Platone, dopo tutto, pensava che fosse un'illusione e a quanto pare la sua concezione sta tornando di moda. Come ha detto il fisico matematico Paul Davies, «nella fisica conosciuta non c'è nulla che corrisponda al passaggio del tempo [...] com'è possibile che qualcosa di così fondamentale nella nostra esperienza del mondo fisico si riveli una specie di scambio di persona, un errore di identificazione?».

Si parla dello "scorrere" del tempo, ma dentro a che cosa scorrerebbe? A quale velocità scorre e perché? E che cos'è la "sostanza" che scorre? Un'astronave si muove nello spazio e il suo movimento può essere descritto in relazione ad altri oggetti. Ma il passaggio del tempo non può essere descritto in funzione di qualcosa di diverso dal tempo stesso.

Possiamo pensare al tempo in termini matematici e fisici e lo possiamo considerare anche in termini di percezione. Il nostro modo di considerare il tempo sembra essere collegato in maniera piuttosto strana al nostro modo di pensare. In realtà non "vediamo" il passaggio del tempo, dopo tutto. Abbiamo semplicemente una serie di esperienze soggettive che sono diverse da quelle dei nostri ricordi ed è questa differenza che il nostro cervello cosciente percepisce come tempo.

Il tempo produce paradossi di ogni sorta. Tanto per cominciare, si può usare l'esistenza del tempo per dimostrare che nulla è reale. Il passato è morto esattamente

come chi ha smesso di vivere, non è più reale dei sogni, giusto? E il futuro non è ancora accaduto. Quindi, di nuovo, tutto ciò che deve ancora arrivare è soltanto immaginazione. A essere reale, pertanto, è solo quell'infinitesimale frammento di tempo tra il passato e il futuro, che naturalmente equivale a zero - infatti, poiché il tempo non si ferma mai, quel frammento ha uno spessore nullo. Il tempo è reale, quindi, ma nient'altro lo è.

Dopo Einstein, molti fisici hanno tentato di allontanarsi dalla tradizionale concezione di buon senso, il presentismo, vale a dire l'idea che esiste solo il presente, il mondo in questo preciso momento.

Nuove idee sul tempo rimodellano questa grandezza sfuggente e cercano di eliminare dall'equazione la percezione soggettiva del tempo da parte del cervello umano, poiché la concezione presentista del tempo è sempre più in disaccordo con la visione del mondo sostenuta dai fisici.

Nei confronti del tempo, la scienza si è sempre mostrata paga di ignorare gli orrori filosofici che produce e continuare semplicemente a misurarlo, assegnandogli un simbolo - rappresentato da una graziosa letterina, la *t* - e inserendolo nelle equazioni, perché faccia il suo lavoro e oli il meccanismo delle sfere. Il tempo è una grandezza fondamentale: non può essere definito in funzione di altre grandezze. Possiamo solo misurarlo e usarlo per derivare grandezze meno fondamentali. Un cambiamento di velocità in rapporto al tempo dà l'accelerazione. Se lasciamo cadere una pietra in un pozzo, possiamo calcolarne la profondità in metri semplicemente moltiplicando per cinque il quadrato dell'intervallo di tempo, in secondi, tra l'inizio della caduta e il tonfo (se il nostro scenario è la Terra).

Einstein ha mostrato che la tirata della gravità e lo strattone dell'accelerazione sono equivalenti (la forza che sentiamo in un razzo in accelerazione è identica alla forza che percepiamo quando il nostro peso è spinto verso la Terra). In verità, Einstein dimostrò anche che lo "spazio" e il "tempo" in realtà sono facce diverse della stessa medaglia. Prima di Einstein, si riteneva che lo spazio fosse pieno di un mezzo invisibile chiamato etere, le cui onde trasmettevano la luce e altre radiazioni elettromagnetiche, così come l'aria trasmette i suoni. Sarebbe stato sufficiente calcolare le proprietà dell'etere, in particolare come si deforma e reagisce all'immissione di energia, e la fisica sarebbe stata risolta.

Ma l'idea dell'etere dovette essere abbandonata quando si scoprì (nel 1887, grazie ad Albert Michelson ed Edward Morley) che la velocità della luce, misurata da un osservatore, è sempre identica indipendentemente dalla velocità dell'osservatore rispetto alla fonte del fascio di luce. Successivamente, il fisico irlandese George FitzGerald e il fisico olandese Hendrik Lorentz suggerirono la possibilità di spiegarlo supponendo che il tempo in realtà scorra più lentamente negli oggetti in movimento, e quindi che a tutti la luce sembri viaggiare alla stessa velocità. Comunque, presumevano che questo movimento fosse relativo a un etere.

Ma nella relatività di Einstein il vecchio etere fu abolito e sostituito dallo spaziotempo, una sorta di superetere concettuale, nel quale si possono tracciare i grafici del movimento e dell'attrazione di gravità. Essendo impossibile misurare la propria velocità rispetto all'etere (il vecchio etere), tutta l'idea risultava sbagliata.

D’altro canto, tutti abbiamo il nostro tempo personale (in realtà ogni punto che si muove indipendentemente nello spaziotempo ha il proprio tempo personale; quello del mio piede sinistro è leggermente diverso da quello della mia testa). Se si portano le idee di Einstein alla loro logica conclusione (come fece lui), occorre buttar via tutte le idee sullo “scorrere” del tempo, e pure sul passato, sul presente e sul futuro. Platone avrebbe approvato.

É possibile tracciare il grafico dei movimenti di un oggetto nello spaziotempo proprio come si può fare nelle tre dimensioni spaziali. Ad esempio, si può rappresentare l’orbita della Luna intorno alla Terra come un’ellisse, con l’asse verticale costituito dal tempo. La fisica considera il tempo un po’ come un’“etichetta”, un modo di pensare agli eventi, specie la relazione con gli eventi che può essere descritta matematicamente. Un punto, ad esempio, esiste nello spazio e nel tempo. Se si prendono due punti, P1 e P2, tra i due può esistere tutta una serie di relazioni, spaziali e temporali. Ma la loro relazione spaziale è molto diversa qualitativamente dalla loro relazione temporale. Se P1 esiste prima di P2, ad esempio, P1 può influenzare P2. Ma P2 non ha la stessa relazione con P1 . In altre parole, si può parlare del “futuro causale” di P1, ma non del “passato causale” di P2 - semplicemente perché (nel nostro universo) gli eventi non hanno un “passato causale”. Lo spaziotempo einsteiniano di fatto delinea la geometria sia dello spazio sia dell’ordine degli eventi. Gli effetti di ogni singolo evento nel tempo successivo formano un “cono”, che si estende nella quarta dimensione, quella del tempo. All’interno del cono, tutto è causale e logico. All’esterno, la causalità va persa e a regnare è la follia. Questo ordine, l’idea che il tempo sia un modo per dire che una certa cosa ne segue un’altra come sua conseguenza, sembra essere la chiave della vera natura del tempo.

Einstein ci ha fatto buttar via ogni idea di simultaneità assoluta. Due eventi che in un certo sistema di riferimento avvengono nello “stesso momento”, in un altro possono avvenire in momenti diversi. La domanda “che cosa sta accadendo sulla Luna adesso?” in realtà non ha una risposta sensata. Una persona sulla Terra è sempre a un secondo e mezzo dalla possibilità di sapere qualsiasi cosa su ciò che sta accadendo sulla Luna, poiché nessuna informazione può viaggiare più veloce della luce. Non esistendo un “adesso” privilegiato, assoluto, è meglio pensare invece a un “panorama temporale” in cui il tempo si dispiega nella sua totalità.

Il tempo sembra funzionare al contrario di quasi ogni altra cosa nella fisica. Gli impulsi, ad esempio, possono essere invertiti: gli oggetti rallentano e accelerano. Per quasi ogni cosa, non esiste una freccia, una strada a senso unico. I processi sono simmetrici. Ma i processi che dipendono dal tempo sono diversi. Se un bicchiere cade a terra e si rompe, i pezzi non si rimettono insieme - e non lo faranno mai - formando un nuovo bicchiere. L’entropia, ovvero il grado di disordine in un sistema, tende ad aumentare nel corso del tempo (seconda legge della termodinamica). Il “senso unico” del tempo si sta dimostrano un vero rompicapo per i fisici. Molto probabilmente, sarà necessario approfondire molto la comprensione del tempo prima di riuscire a conciliare la fisica quantistica e la relatività in una teoria del tutto.

A differenza degli effetti quantistici, il tempo è qualcosa che percepiamo direttamente. Abbiamo ricordi del passato, ma non del futuro. Né il futuro né il

passato sono “reali” nel senso di essere accessibili e misurabili, ma uno dei due sembra avere una posizione privilegiata rispetto all’altro: il fatto che il passato sia “accaduto” gli conferisce una realtà che al futuro è negata. Il Big Bang sembra aver imposto una freccia cosmologica del tempo. Le galassie (o, meglio, i superammassi di galassie) si stanno allontanando da 13,7 miliardi di anni e non abbiamo ragioni per supporre che questa situazione si ribalterà mai.

Forse l’estremo opposto rispetto all’idea che il tempo non esista consiste nel trattarlo come un componente fondamentale - forse il componente fondamentale - dell’universo. La cosiddetta teoria della gravità quantistica a loop, uno dei tentativi di risolvere le differenze tra la teoria quantistica e la relatività, ipotizza che le particelle fondamentali siano composte da minuscole trecce arrotolate di spaziotempo. È un concetto affascinante - tutto è solo spazio e tempo, non esiste nessuna “materia”. Per citare lo scrittore di scienza David Castelvecchi, «se gli elettroni e i quark - e quindi gli atomi e le persone - sono la conseguenza del modo in cui lo spaziotempo si avviluppa su se stesso, potremmo non essere altro che un fagotto di dreadlock ribelli nello spazio».

Il problema è che questa idea, per quanto attraente, proprio come la teoria delle stringhe è molto difficile da verificare sperimentalmente. Per scoprire le stringhe, dovremmo costruire acceleratori di particelle grandi come un continente per generare le energie necessarie.

Per indagare la struttura interna delle stringhe, probabilmente dovremmo iniziare a costruire nello spazio acceleratori grandi come un pianeta. Essendo ragionevole prevedere che il budget della NASA e del CERN non consentirà di realizzare un tale progetto in tempi brevi, dobbiamo fare affidamento sul fatto che la teoria mantenga le promesse. Oppure forse - solo forse - avremo un colpo di fortuna e scopriremo quelli che secondo alcuni fisici sono i resti delle colossali energie del Big Bang: le superstringhe cosmiche, gigantesche particelle subatomiche lunghe miliardi di chilometri e fatte di “materia” così densa che un metro di superstringa peserebbe migliaia di miliardi di tonnellate.

Come grandezza fondamentale il tempo sembra intrinsecamente collegato alla nostra percezione cosciente del mondo. Il filosofo Derek Parfit, in *Reasons and Persons,* un importante saggio sull’identità personale pubblicato nel 1986, parlò dell’«oggettività del divenire temporale». Il tempo, secondo Parfit, è collegato in modo profondo ed estremamente strano al nostro concetto di identità personale continua, qualcosa su cui la maggior parte delle persone riflette poco, anche se forse è l’aspetto fondamentale della nostra esistenza.

L’idea che il tempo sia solo la quarta dimensione dello spazio, con cui abbiamo una interazione speciale grazie alla nostra mente cosciente, è un’idea affascinante. E chiaramente contiene un elemento di verità. É impossibile, come dice il viaggiatore nel tempo di Herbert George Wells, avere un «cubo istantaneo». Non si può esistere per una quantità di tempo infinitesimale.

La natura del tempo sembra essere davvero collegata al modo in cui lo percepiamo. L’universo che percepiamo è, in modo quanto mai fondamentale, la creazione del nostro apparato sensoriale. Quanto tocco con le dita il piano di un tavolo di legno, in realtà “sento” le minuscole forze repulsive di trilioni e trilioni di elettroni; non sto

effettivamente “toccando” alcunché. Quando “vedo” un oggetto, sto semplicemente decifrando fotoni riflessi ed emessi, che il mio cervello, grazie a un’evoluzione - probabilmente avvenuta in modo arbitrario e contingente -, interpreta come luce e oscurità, colori e così via.

É così anche nel caso del tempo. La natura bizzarra ed elastica del tempo percepito è stata ben illustrata da Albert Einstein: «Quando un uomo siede un’ora in compagnia di una bella ragazza, gli sembra che sia passato un minuto. Ma fatelo sedere su una stufa rovente e un minuto gli sembrerà più lungo di un’ora. Questa è la relatività».

Questa citazione proviene dal riassunto di un articolo che Einstein scrisse per il “Journal ofExothermic Science and Technology” nel 1938 (in cui racconta nei dettagli le difficoltà di procurarsi una stufa rovente e una bella ragazza - *Vivo nel New Jersey).* Molti hanno fatto notare che a volte può sembrare che il tempo passi a velocità clamorosamente diverse da quella “normale”. Ad esempio, si sente spesso raccontare che il tempo “rallenta” in maniera spettacolare appena prima di un disastro incombente, come un incidente stradale o una caduta da cavallo.

Il professor David Eagleman, un neurobiologo della University of Texas Medical School, dedica le sue ricerche alla percezione del tempo. Eagleman illustra una anomalia fondamentale con l’esempio del lampo e dello sparo. Alle gare di sprint si dà inizio con uno sparo, e non con un lampo di luce, perché il nostro cervello (o quanto meno le regioni cerebrali inconsce di risposta motoria da cui dipendono i velocisti per uscire dai blocchi) reagiscono più velocemente al suono che alla luce (anche se il suono arriva nelle nostre orecchie soltanto a un milionesimo della velocità delle onde luminose).

Nella percezione, le parti coscienti del nostro cervello realizzano un trucco di montaggio parecchio astuto per convincerci che il suono e la luce viaggiano alla medesima velocità. Se faccio schioccare le dita davanti agli occhi, percepisco tre cose come contemporanee: il rumore dello schiocco, la visione delle dita che schioccano e anche, cosa quanto mai bizzarra, la decisione di farle schioccare in quel preciso momento. In realtà, i tre eventi avvengono in momenti diversi.

Ho “deciso” di far schioccare le dita diverse decine di millisecondi prima che gli impulsi nervosi venissero trasmessi al braccio per consentire l’azione ai muscoli. Il suono dello schiocco è arrivato nel mio cervello un istante dopo la luce. Sono quantità di tempo minuscole, ma il nostro cervello è capace, quando vogliamo che lo faccia, di percepire intervalli di tempo estremamente piccoli, dell’ordine dì centesimi e anche di millesimi di secondo.

È stata dimostrata la possibilità di indurre con l’inganno le procedure di montaggio temporale del cervello a mescolare i tempi. Nel 2006, il professor Eagleman ha pubblicato un articolo in cui descrive un esperimento realizzato insieme alla sua équipe[4]. Ai soggetti, tutti volontari, veniva domandato di premere un pulsante. Quando premevano il pulsante, quasi istantaneamente si accendeva la luce. In certi casi, al soggetto veniva domandato di premere il pulsante dopo che la luce si era accesa. In tutti i casi, i soggetti erano perfettamente in grado di distinguere l’ordine degli eventi.

[4] C.Stetson, X. Cui, P.R. Montagne e D.M. Eagleman, *Motor-Sensory Recalibration leads to an illusory Reversal of Action and Sensation,* in “Neuron”, LI (5), pp. 651 -659.

A un certo punto, l'esperimento cambiava. Veniva introdotto un ritardo di 100 millisecondi (un intervallo di tempo che si percepisce facilmente) tra l'atto di premere il pulsante e l'accensione della luce. Ma dopo aver premuto il pulsante qualche decina di volte, il cervello dei volontari ricalibrava il ritardo temporale riportandolo quasi a zero. A questo punto arriva la parte interessante. D'un tratto, il ritardo temporale veniva cambiato da 100 millisecondi a 50 millisecondi. Le conseguenze non erano state previste. In alcuni casi, i soggetti percepivano l'accensione della luce come precedente al momento in cui premevano il bottone. In altre parole, il loro cervello era stato indotto con l'inganno a percepire in modo sbagliato non solo l'ordine degli eventi, ma anche il rapporto di causa ed effetto.

Uno dei risultati sperimentali più sconcertanti della storia della scienza è stato prodotto dalle ricerche del neuroscienziato Benjamin Libet. Il suo studio del cervello e degli impulsi nervosi ha mostrato che il movimento dei muscoli sotto il presunto controllo cosciente - un colpetto dato col dito, ad esempio - è governato da impulsi nervosi che vengono trasmessi dal cervello e dal midollo spinale prima che noi diventiamo consapevoli di volerci muovere. É un risultato inquietante, poiché sembra proprio implicare che la nostra sensazione di avere il controllo cosciente delle nostre azioni sia un'illusione.

Per la verità, la nostra percezione del tempo ci mostra qualcosa di molto interessante riguardo alla coscienza e al libero arbitrio. Non è vero né che prima decidiamo di agire e poi agiamo né che prima prevediamo di decidere di agire e poi agiamo; al contrario, elaboriamo il concetto *post hoc* fittizio che "noi", nel senso della nostra mente cosciente, abbiamo preso una decisione.

E la percezione del tempo è una parte fondamentale di tutto ciò. «Se riuscissimo a capire che cosa accade davvero nella realtà, e se fossimo capaci di tirar fuori il tempo dall'equazione - quella piccola *t* che compare in tante equazioni della fisica», si domanda Eagleman, «tutto ciò avrebbe un effetto emotivo?».

Gran parte della nostra vita emotiva è legata a una percezione del tempo molto singolare. Il dolore, la perdita, l'apprensione e le aspettative sono tutte collegate a un modello interno del tempo e della causalità. Einstein scrisse alla sorella di Michel Besso, un suo amico appena defunto: «Il fatto che Michel mi abbia preceduto abbandonando questo strano mondo non è importante. Per noi fisici la distinzione tra passato, presente e futuro è un'illusione».

Quando una persona muore la pensiamo come irrimediabilmente persa, eppure ha vissuto abbastanza da creare un'impressione nella nostra coscienza - abbastanza da farci sentire la sua mancanza. Non ci si addolora per un bambino prima che nasca, eppure l'universo una settimana prima della nascita di un bambino è privo di quella persona esattamente come lo è una settimana dopo la sua morte, ottant'anni dopo. Il tempo è legato così strettamente all'esperienza che noi ne facciamo che forse è proprio questo ciò che lo contraddistingue da tutte le altre grandezze fisiche.

In realtà, è facile immaginare una forma di vita che percepisca il tempo in un modo molto diverso da noi umani. Noi non siamo capaci di scrutare nel futuro - sembra che sia vietato - ma sappiamo certamente scrutare nel passato. Viviamo nel presente - è così che ci siamo evoluti ed è chiaramente il meglio per noi. Ma immaginate di essere

una creatura per cui il passato è altrettanto "reale" di ciò che accade nel presente. Gli eventi accaduti un giorno, un mese o dieci anni fa sarebbero altrettanto reali degli eventi che stanno avendo luogo ora. Naturalmente, un po' funzioniamo così - viviamo costantemente non nel vero "ora", ma nell'ora" di qualche secondo o millisecondo fa. Ma per noi il passato è morto.

Se non lo fosse, avremmo una visione molto differente dell'universo. La morte, ad esempio, perderebbe un poco il suo impatto. Se la vita delle persone che abbiamo perso fosse reale quanto la vita di chi è ancora con noi, piangeremmo i morti come facciamo ora?

Derek Parfit ha scritto che forse per noi sarebbe più conveniente se fossimo "senza tempo" e dessimo lo stesso peso al passato e al futuro. É vero che non ci sentiremmo sollevati quando finisce qualcosa di brutto, ma non saremmo neanche tristi quando termina qualcosa di piacevole. In un senso molto reale, inganneremmo il tempo. Per una persona senza tempo, dieci ore di agonia ieri o domani sarebbero equivalenti. Anche la morte, tuttavia, non la spaventerebbe più della nascita.

Curiosamente, abbiamo più facilità a considerare senza tempo la vita degli altri. Supponiamo di venire a sapere che un caro amico che vive all'estero è molto malato e sta per morire; i medici, dopo una serie di analisi, hanno previsto che ha davanti a sé tre mesi di sofferenze prima di morire. In seguito scopriamo che la situazione è in realtà un po' diversa: l'amico era effettivamente malato, ma qualche tempo fa. È stato tre mesi in agonia, ma ora è morto. Ci sentiamo meglio? No - il che forse è strano, poiché se ci dicessero che le nostre sofferenze sono finite, invece di essere ancora di là da venire, in teoria dovremmo sentirci meglio. Poiché è un nostro amico, ci rattrista l'idea delle sue difficoltà, indipendentemente dal momento in cui si realizzano. Riusciamo a essere molto più obiettivi quando consideriamo il passato, il presente e il futuro di un nostro amico che non quando si tratta della nostra vita.

«Nella nostra esperienza quotidiana», ha scritto Piet Hut, un fisico dell'Institute for Advanced Study di Princeton, «il tempo scorre, e anche noi scorriamo insieme al tempo. Nella fisica classica, il tempo è congelato e fa parte di uno scenario spaziotemporale congelato.

Tuttavia non abbiamo ancora raggiunto un accordo sull'interpretazione del tempo nella meccanica quantistica. Che cosa succederebbe se in futuro un'interpretazione scientifica del tempo facesse vedere che tutti gli scenari precedenti sono sbagliati e dimostrasse che il passato, il futuro e persino il presente non esistono?»[5].

La causalità, la chiave per comprendere il tempo, sembra essere cablata nel nostro cervello. Per citare Toby Wiseman, un fisico dell'Imperial College London, «forse abbiamo questo concetto di causa ed effetto nei recessi del nostro cervello, forse nessun fisico potrebbe ideare una teoria in cui la causalità funziona in un altro modo».

L'idea che il tempo sia un unico blocco, un panorama temporale einsteiniano o platonico in cui il passato, il presente e il futuro sono tutti altrettanto reali, è popolare tra i fisici poiché mette da parte l'apparente soggettività del passaggio del tempo. Ciò nonostante, l'idea che il futuro, in un certo senso, sia già accaduto e che non

[5] P.Hut, *A Radical Re-Evolution of the Character of Time*, in J.Brockman (a cura di), *What is Your Dangerous Idea?*, Simon & Schuster, New York 2006.

dovremmo temere la nostra morte più della nostra nascita è così contraria al senso comune che probabilmente non entrerà mai a far parte della scienza popolare. È affascinante pensare che se riuscissimo ad abbandonare la nostra visione presentista, forse saremmo molto più felici. Non avremmo più paure e rimpianti. Perderemmo anche la capacità di anticipare gli eventi. Quindi ci sarebbe un prezzo da pagare per essere senza tempo.

Un universo in cui il tempo funzioni in modo radicalmente diverso da quello che ci è familiare è senz'altro molto difficile da immaginare. I fisici hanno ipotizzato universi alternativi di ogni sorta - universi in cui la costante gravitazionale è diversa, o in cui l'interazione nucleare debole e l'interazione nucleare forte hanno valori diversi rispetto a quelli del nostro universo. Per la maggior parte questi universi sarebbero molto diversi dal nostro, e sarebbero molto impegnativi per la vita. A quanto pare, modificando i parametri fisici anche di poco si finisce per ottenere un universo che è un enorme buco nero, oppure un monotono mare di particelle elementari.

Per lo meno, questi universi alternativi, seppur scialbi e poco appassionanti, sono entità rispettabili e dal comportamento regolare. C'è però una costante che non si può modificare: la causalità. Se si manomette l'ordine degli eventi, si finisce per ottenere un universo che ha davvero un comportamento imprevedibile. Lo spazio, la massa, le forze e tutto il serraglio delle particelle sono parti essenziali della ricetta dell'essere. Ma il tempo, a quanto pare, anche se non siamo davvero certi di che cosa sia, è realmente fondamentale.

Capitolo 3

Per piacere, posso vivere in eterno?

Invecchiare è inevitabile come il sorgere del sole e le tasse, giusto? Be', sì, se sei così sfortunato da nascere sotto forma di essere umano. Veniamo concepiti, viviamo la nostra vita, ci logoriamo e poi esaliamo l'ultimo respiro. È triste e deprimente e abbiamo poche possibilità di modificare la situazione, quindi tanto vale farci l'abitudine. «Non voglio raggiungere l'immortalità con le mie opere», ha detto Woody Allen, «voglio raggiungerla evitando di morire».

Sulla medesima falsariga si sono sviluppate le riflessioni del professor Roy Walford, un biologo dell'Università della California di Los Angeles, ora scomparso. Walford era convinto di aver scoperto il segreto, se non dell'immortalità vera e propria, quanto meno dell'allungamento della vita. Secondo Walford, la chiave per prolungare la vita consisteva nel mangiare di meno. In realtà, nel non mangiare quasi nulla.

Una volta, nel 1999, andai a trovarlo nella sua casa di Venice Beach. All'epoca aveva poco più di settant'anni e in generale aveva un atteggiamento più da anziano Hell's angel che da rispettabile accademico: barba e baffi molto ricercati, testa pelata, camicia di jeans e un medaglione (credo), per non parlare dell'ingiustificata presenza di un paio di belle ragazze che sgambettavano per casa. Ci sedemmo e mi spiegò la sua filosofia.

«Penso di potermela cavare con meno di mille calorie al giorno», mi disse. Walford era uno dei massimi sostenitori mondiali della restrizione calorica come strumento per allungare la vita. Aveva scritto alcuni libri di grande successo *(The 120 Years Diet, Beyond the 120 Years Diet: How to Double Your Vital Years)* e aveva creato un sito web, da cui era nata una sorta di gruppo on-line, una comunità dell'ipocalorismo che seguiva le sue raccomandazioni dietetiche. «Mi scusi se mangio», mi disse quando gli portarono la "cena", una ciotola di riso e un po' d'acqua. «Non perde la voglia di vivere, mangiando così?», gli domandai. «No. Più mangio in questo modo e più vivrò, e questo è tutto», rispose. Appena conclusa l'intervista, lo salutai e andai subito a cercare una pizzeria.

Qualche giorno dopo mi imbattei in Greg Stock, un biologo dell'UCLA collega di Walford, un altro scienziato convinto che forse è possibile fare qualcosa contro l'invecchiamento. Mentre prendevamo il tè e i pasticcini seduti alla mensa dell'UCLA (Stock non è un fautore della restrizione calorica), mi raccontò del suo progetto di organizzare un grosso premio in denaro da assegnare a chiunque fosse riuscito a escogitare un modo concreto per estendere la durata della vita umana. Il premio non è ancora stato conferito. Poco prima che ci separassimo, mi chiese che

impressione mi avesse fatto Walford. «É un uomo incredibile», esclamò con sarcasmo, «deve avere 72, 73 anni... e al massimo gliene daresti 80!».Walrord è morto nel 2006. Woody Allen è sempre molto presente, ma purtroppo non abbiamo ragione di credere che il suo desiderio verrà esaudito più di quanto sia accaduto a Walford.

L'invecchiamento è un tema molto strano. Come la natura del tempo, è qualcosa che non abbiamo ancora compreso bene. Come la natura, e la dibattuta esistenza, della sensibilità animale, è una questione politica e altamente controversa. La natura del processo di invecchiamento è un argomento molto studiato, ma la possibilità di contrastarlo lo è assai di meno. Combattere l'invecchiamento è un settore caratterizzato da un gigantesco abisso tra la percezione e il desiderio del pubblico e quel che gli scienziati stanno effettivamente facendo e sono disposti a prendere in considerazione. Chiunque suggerisca di aver trovato un modo per estendere la durata della vita umana di solito è immediatamente tacciato di follia e respinto. Non stupisce, perché finora questo settore è stato affollato da eccentrici e da folli. Forse più sorprendente è il disprezzo di cui viene fatto oggetto chiunque soltanto *desideri* che sia possibile far vivere più a lungo gli esseri umani. Esistono alcuni scienziati dell'invecchiamento - i biogerontologi - che considerano l'invecchiamento come una "malattia" e quindi, quanto meno in linea di principio, curabile. Ma non sono personaggi popolari nella comunità scientifica. Siamo di fronte a un paradosso. La morte non è popolare e tuttavia non sembra che vi sia una gran volontà di contrastarla, neanche nella comunità scientifica, che forse potrebbe farlo. È strano.

La probabile durata della vita varia enormemente tra specie e specie. Forse sarebbe stato meglio per Walford e Alien nascere, ad esempio, tartarughe (è assodato che arrivano quasi a 200 anni) o, meglio ancora, balene. Le balene sono più intelligenti delle tartarughe - anche se non sappiamo se siano dotate di senso dell'umorismo. I marinai hanno sempre raccontato storie inverosimili di grandi cetacei straordinariamente vecchi (di 150, 200 anni e passa). Fino a poco tempo fa, queste storie venivano giudicate assolutamente incredibili. Ma di recente si sono osservate alcune balene della Groenlandia con antichi arpioni conficcati nel cranio - armi che risalgono alla fine del Settecento. Quindi è possibile che esistano grandi animali senzienti che sono più vecchi delle balene americane della Georgia: straordinario! Si sono scoperti pesci che vivono nelle profondità dell'oceano che forse possono vivere più di cent'anni. L'O*range Roughy,* il pesce specchio atlantico (una specie di cui oggi si fa un gran consumo - dopo che è stato opportunamente ribattezzato: un tempo era noto con il nome meno appetitoso di "testa viscida"), non matura fino a circa 35 anni ed è possibile quindi che l'esemplare che ci ritroviamo nel piatto nuotasse nel Pacifico quando alla Casa Bianca c'era Lincoln.

Alcuni dati sembrano indicare che certi dinosauri di grandi dimensioni potrebbero essere stati, se non immortali, quanto meno veri e propri matusalemme, anche in confronto ai più longevi animali presenti oggi sulla Terra - balene, tartarughe e pesci. I grandi sauropodi, che potevano raggiungere una lunghezza di 65 metri, una volta arrivati all'età adulta probabilmente non avevano predatori e forse le malattie infettive e i tumori progredivano molto lentamente. Non è del tutto impossibile che alcuni di questi grandi animali vivessero per mille anni e passa. Certi anemoni di

mare e molluschi sembrano davvero immortali, nel senso che non si indeboliscono e non soccombono alle malattie dell'invecchiamento, ma quanto possa vivere un singolo individuo allo stato naturale è un punto controverso. Per prestazioni migliori è necessario uscire dal regno animale.

La specie *Pinus longaeva* è una delle attrazioni che compare regolarmente nel Guinness dei primati. Un esemplare californiano, vivo e abbastanza vegeto, ha 4844 anni (determinati contando gli anelli del tronco). Molti alberi possono raggiungere un'età di un migliaio di anni e anche più e tra questi sono famose le sequoie giganti. Anche se si tratta di cifre imponenti, il vero detentore del primato le supera di diversi ordini di grandezza. Nel 1999, alcune spore batteriche sono state riportate in vita in laboratorio. Questi frammenti di vita sono stati trovati all'interno di cristalli di sale in una grotta a Carlsbad, nel New Mexico. Nulla di strano - tranne il fatto che in base alle stime le spore risalgono a 250 milioni di anni fa. Ciò significa che oggi esistono batteri più antichi dei dinosauri.

All'estremo opposto della scala, la vita può essere davvero breve. Lo stadio adulto di alcuni insetti (le efemere sono l'esempio più famoso) non dura che un giorno o due (anche se il loro ciclo di vita complessivo è assai più lungo). I mammiferi di piccole dimensioni - i topi, i toporagni e così via - se hanno fortuna arrivano a due anni. Gli uccelli tendono a vivere molto più a lungo e così anche i pipistrelli. Gli esseri umani si piazzano all'inizio della classifica, con la persona che in base a documenti attendibili è stata la più longeva mai vissuta, la magnifica Jeanne Calment, che ha raggiunto la poco credibile età di 122 anni e 164 giorni. La signora Calment era francese e si curava poco dello "stile di vita sano". Per la verità, mangiava e beveva più o meno tutto ciò che desiderava e fumò fino a novant'anni suonati. È possibile che alcuni - pochi, però - siano vissuti più a lungo. I racconti di abitanti di remote regioni montuose vissuti fino a età inverosimili sono soltanto leggende - l'unica cosa che hanno in comune tutti questi luoghi è il fatto che l'ufficiale di stato civile che registra le nascite, i matrimoni e i decessi vi capita raramente.

Quali conclusioni possiamo trarne? L'invecchiamento e la morte arrivano per tutti? Le balene e le tartarughe alla fine muoiono, certo, ma che cosa si può dire di quei batteri? Per un oggetto complesso come una cellula vivente (completa di materiale genetico), 250 milioni di anni è una durata di conservazione straordinaria (non è chiaro se i batteri riportati in vita fossero ancora capaci di respirare e dividersi). L'esistenza di questi oggetti mostra che la vera immortalità probabilmente è irraggiungibile.

La durata della vita presenta una variabilità enorme e non sempre si riesce a individuare chiaramente una tendenza. In generale, ciò che è grosso tende a vivere più a lungo di ciò che è piccolo - e questo vale per gli animali e anche per le piante. I topi e altri animali simili vivono un paio d'anni; gli insetti molto meno; cani, conigli e gatti molto di più. I pesci, forse inaspettatamente, vivono molto a lungo. Anche il pesciolino rosso che si vince al luna park può vivere quasi cinquant'anni. I rettili e i mammiferi di grandi dimensioni hanno una vita abbastanza lunga - gli elefanti vivono una settantina d'anni e gli esseri umani, come abbiamo visto, possono essere più che centenari, anche se le scimmie antropomorfe nostre parenti raramente raggiungono il traguardo dei cent'anni. Nonostante le rispettive dimensioni, i cavalli e i bovini non

vivono a lungo, mentre i pipistrelli e gli uccelli sono decisamente longevi.

Un'altra regola generale è che gli animali lenti tendono a vivere più a lungo di quelli veloci. Quei pesci longevi che vivono in acque profonde sono molto lenti, quasi catatonici, in confronto ai loro cugini che saltellano sul pelo dell'acqua. Se si tiene in mano un toporagno, il suo cuore batte così velocemente da farlo quasi tremare. Gli animali grandi, come gli elefanti e le balene, hanno un metabolismo molto più lento. C'è qualcosa di vero nella vecchia idea che, sebbene la durata della vita di specie diverse sia notevolmente variabile, il numero di battiti del cuore nella vita di un animale tende a essere all'incirca costante.

L'invecchiamento degli esseri umani presenta molte regolarità. In generale, con il passare del tempo siamo vissuti sempre più a lungo, ma non è chiaro se la tendenza sia sempre stata questa. Va detto, a proposito, che si è ingenerato uno strano equivoco riguardo all'espressione "aspettativa media di vita" e al suo vero significato. Nell'antica Roma, ad esempio, la vita media di un cittadino durava meno di 25 anni. Molti ne deducono che all'epoca le persone di 20-30 anni fossero "anziane". In diverse trasmissioni televisive, ho sentito affermare che oggi nei paesi africani, dove l'aspettativa di vita può essere di 40 anni e anche meno, i trentenni sono "vecchi".

Ovviamente gli antichi romani non si consideravano "vecchi" a vent'anni, non più dei trentacinquenni africani oggi. A quell'epoca, proprio come oggi, un vecchio era qualcuno con barba e capelli bianchi e almeno cinquant'anni alle spalle. Quelle aspettative di vita spaventosamente basse avevano poco a che fare con l'invecchiamento, essendo invece collegate al terribile livello di mortalità infantile della maggioranza delle società premoderne. Se ogni cinque bambini tre muoiono prima di aver compiuto un anno, se anche i sopravvissuti arrivassero tutti a 100 anni l'aspettativa media di vita sarebbe comunque solo di 40 anni. Se si elimina la mortalità infantile dall'equazione (calcolando l'aspettativa di vita di chi ha cinque anni, ad esempio), i bambini dell'epoca classica probabilmente potevano prevedere di vivere fino a 50-60 anni e molti di loro fino a 80 anni e più.

Il miglioramento dell'aspettativa di vita che si è verificato nei secoli recenti è dovuto per lo più alla riduzione dei tassi di mortalità infantile. Negli ultimi 150 anni all'incirca, l'acqua potabile, la conoscenza dell'igiene e dei principi dell'alimentazione e in particolare le vaccinazioni hanno raddoppiato la durata della vita prevista per un essere umano sano del Primo Mondo. Qualche decennio fa si presumeva che l'aspettativa di vita nei paesi sviluppati si sarebbe grossomodo stabilizzata all'incirca in questi anni, ma è andata diversamente. Di fatto, l'aspettativa media di vita nelle nazioni più ricche del mondo continua ad aumentare di circa due anni ogni decennio - il che significa che nei paesi più ricchi ogni singolo giorno fa crescere l'aspettativa di vita di cinque ore.

Molto meno noto è il fatto che, prima dell'avvento di tutte queste nuove tecnologie meravigliose, probabilmente nell'ultimo migliaio di anni l'aspettativa di vita umana era costantemente *diminuita* nonostante - o piuttosto per - gli enormi progressi della tecnologia, e in particolare dell'agricoltura, realizzati da *Homo sapiens* a partire dall'ultima glaciazione. Oggi si ritiene che i nostri antenati dell'età della pietra vivessero un po' più a lungo, anche tenendo conto della mortalità infantile, degli europei medievali, ad esempio (che erano anche un poco più alti).

Alcuni dati indicano che oggi nei paesi più poveri le persone che mantengono uno stile di vita tradizionale da cacciatore-raccoglitore se la passano meglio di chi sta al fondo della catena agricola e abbiamo validi motivi per supporre che con l'avvento dell'agricoltura e la specializzazione dell'industria lo stato di salute generale della popolazione sia diminuito - e questo è il prezzo che abbiamo pagato per l'aumento del numero di persone che un dato appezzamento di terreno è in grado di sostenere.

La nostra alimentazione è diventata più insipida e meno nutriente, abbiamo introdotto cibi raffinati (cereali macinati) e, in particolare, vivendo in comunità più grandi e stabili, siamo diventati molto più soggetti a epidemie e malattie infettive. É stato solo con i progressi dell'igiene pubblica e con la comprensione dei meccanismi di diffusione delle malattie che il "benessere" consentito dal "grande balzo in avanti" costituito dalla nascita dell'agricoltura, circa 10.000 anni fa, ha procurato il vantaggio di una popolazione più sana, oltre che più numerosa.

Per altri versi, stiamo ancora procedendo all'indietro. Nell'"età della pietra", un'espressione vaga che uso qui per indicare qualsiasi civiltà preagricola, gli esseri umani forse non erano molto longevi e forse erano costantemente sul punto di morire di fame, però avevano una forma fisica superba. Oggi la maggior parte dei cacciatori-raccoglitori rimasti è perfettamente in grado di fare 30-50 chilometri al giorno, camminando o correndo. La caccia, e anche la raccolta di molluschi e bacche, era ed è un'attività fisica intensa. Probabilmente l'europeo del paleolitico o il neandertaliano avevano in media un consumo giornaliero di calorie doppio rispetto a quello del cittadino romano medio, a sua volta tre o quattro volte superiore al nostro. É interessante considerare come sarebbero la nostra vita, la nostra salute e la nostra aspettativa di vita se potessimo combinare uno stile di vita da cacciatore-raccoglitore del paleolitico con tutti i progressi della medicina e della sanità moderne. Si può sospettare che si vedrebbe un balzo in avanti sostanziale dell'aspettativa di vita.

Non è difficile immaginare come potremmo aumentare l'aspettativa di vita, ma non è affatto facile capire come potremmo allungare la durata massima della vita. Sembra che sia fissata intorno ai 120 anni. Anche le popolazioni più sane, al riparo da epidemie e violenze, composte di persone dotate delle risorse necessarie per nutrirsi bene e trarre profitto dall'assistenza medica, sembrano capaci di produrre solo pochi "supercentenari", ovvero persone che vivono no anni o più. Finora gli esempi documentati sono circa 800.

Questa cifra va confrontata con il milione o quasi dei semplici centenari comparsi nei libri dei primati. Mentre sta diventando senz'altro molto più facile vivere fino a 100 anni (negli anni Sessanta del secolo scorso, in Gran Bretagna vivevano in media circa 300 centenari; 40 anni più tardi sono intorno ai 6.000 e per la fine degli anni Trenta si prevede che ve ne saranno 10 volte tanto - in una popolazione relativamente stabile), arrivare a 112 anni non sembra affatto più facile. Nel 1857, in tutto il mondo c'era soltanto una persona di 112 anni, un olandese di nome Thomas Peters, che morì quell'anno. Oggi le persone che hanno 112 o più anni sono una decina, ma tra gli anni Cinquanta dell'Ottocento e oggi in qualche momento questo gruppo è stato più numeroso. Dalla morte di Jeanne Calment, avvenuta nel 1997, nessuno ha superato il limite di 120 anni. A meno che non sopraggiunga qualche progresso abbastanza deciso della medicina, è possibile, anzi probabile, che io non viva abbastanza per

veder battere il suo primato.

Perché? Che cosa stabilisce questo limite superiore e che funzione ha per una specie il fatto di avere una vita con un massimo prestabilito? Per capirlo sembra che sia necessario comprendere che cos'è e come avviene l'invecchiamento.

L'invecchiamento è un processo che spesso viene frainteso. Molti sembrano pensare semplicemente che le persone si logorano, proprio come le macchine. Quanto al perché, al motivo profondo per cui accade, di solito si dice che è "per il bene della specie" e "per lasciare spazio ai giovani".

La tentazione di considerare il corpo umano o animale in questo modo è forte, ma sarebbe sbagliato. É vero, alcune parti del nostro corpo si deteriorano quando diventiamo vecchi, proprio come accade in una macchina, ma i modi in cui il passare del tempo influenza un organismo o una macchina presentano differenze fondamentali. Per quanto riguarda i primissimi anni della nostra vita, non è chiaro se vi sia un reale "invecchiamento". A causa delle grandi dimensioni del nostro cervello, i bambini in effetti devono nascere prematuramente, altrimenti le madri non potrebbero proprio partorirli. In confronto ai piccoli di quasi ogni altra specie di mammiferi, i bambini sono straordinariamente vulnerabili e dipendenti. Nei primi anni di vita, il tempo tempra, non distrugge, il nostro corpo. Le ossa diventano più dense e più forti, come anche i muscoli, i tendini e le cartilagini. Il cervello diventa più acuto, scopriamo le gioie della locomozione, del cibo solido e del linguaggio e sviluppiamo un sistema immunitario finemente regolato. All'inarca per i primi vent'anni in realtà "ringiovaniamo" - in termini reali, dalla prima infanzia alla fine dell'adolescenza in effetti diventiamo più giovani - i muscoli diventano più forti, lo scheletro si rafforza, il sistema immunitario diventa più potente, diventiamo sessualmente maturi, la pelle si distende e i capelli diventano più spessi e lucidi.

In un qualche momento a cavallo tra il secondo e il terzo decennio di vita inizia il declino. L'invecchiamento, o senescenza, si definisce vagamente come la diminuzione della capacità di affrontare lo stress. I meccanismi di riparazione del corpo, compresa la resistenza alle malattie infettive, diventano meno efficienti. Considerando quel che accade all'inizio della vita, il "deterioramento" non è l'inevitabile conseguenza del passare del tempo per un organismo vivente, quindi deve esistere qualche altra ragione per il fatto che il nostro corpo rinuncia a mantenerci giovani.

Una delle possibilità per arrivare a una "spiegazione" dell'invecchiamento, o quanto meno a una spiegazione del motivo per cui specie diverse invecchiano a velocità diverse, consiste nel considerare tale processo in un contesto evolutivo. Si invecchia a una velocità determinata da quanto ci si potrebbe aspettare di sopravvivere allo stato naturale. Gli animali grossi tendono a invecchiare più lentamente di quelli piccoli semplicemente perché, essendo grossi, hanno minori probabilità di essere divorati, di morire per cause accidentali, di fame o di freddo. Non c'era ragione di sviluppare un meccanismo efficiente per affrontare i tumori a 90 anni, poiché molto probabilmente i nostri antenati venivano divorati da una tigre dai denti a sciabola prima di raggiungere quell'età.

Un elefante vive all'incirca 20 volte più di un topo. A loro volta, i topi vivono ben più a lungo delle formiche. La regola che lega l'invecchiamento alle dimensioni vale

in tutti i phyla e in tutti gli ordini.

I rettili grossi vivono più a lungo dei rettili piccoli e così anche i pesci e gli anfibi. Le interessanti eccezioni di questa correlazione fra l'aspettativa di vita e le dimensioni confermano la regola. I topi hanno una vita breve, ma i pipistrelli (anch'essi mammiferi di piccole dimensioni) vivono relativamente a lungo. La maggior parte degli uccelli ha una vita più lunga di quanto farebbero prevedere il peso e le dimensioni. Le tartarughe (anche quelle piccole) hanno una vita lunga e le grandi tartarughe potrebbero essere tra gli animali più longevi. La spiegazione è semplice. Le creature che volano, o che hanno una corazza, hanno una probabilità molto più bassa di essere vittime di predatori rispetto a quelle che non sanno volare. Ed essere divorati da un predatore è una causa di morte importante - spesso la *più* importante - per gli animali di piccole dimensioni.

Non è molto sensato che un topo sia dotato di meccanismi di riparazione (che possono essere dispendiosi) per il corpo e per il DNA che contiene, dato che molto probabilmente nell'arco di un paio d'anni diventerà cibo per gufi. É meglio che tutto sia diretto a far sì che il topo cresca più alla svelta possibile e si riproduca nel modo più rapido ed efficace possibile nel breve tempo che sarà inevitabilmente disponibile. Per gli elefanti è molto meno probabile soccombere ai predatori, quindi è sensato che il corpo conceda loro il lusso di un'età avanzata in cui possono allevare diverse generazioni di giovani. Vivono lentamente e muoiono vecchi. Come noi.

La teoria evoluzionistica dell'invecchiamento conduce a un grazioso aforisma: "La morte è il prezzo che paghiamo in cambio del sesso". Investendo tutte le risorse nella riproduzione per avere la possibilità di trasmettere i suoi geni, il corpo paga il prezzo più tardi, sotto forma di tumori e altre malattie della vecchiaia. L'idea è che gli stessi ormoni sessuali che conferiscono l'immortalità ai nostri geni accelerino l'estinzione dell'arca temporanea in cui vengono trasmessi da una generazione alla successiva.

Forse la teoria evoluzionistica della senescenza spiega parzialmente il motivo per cui invecchiamo, ma non il modo in cui avviene - né che cosa *sia* realmente. Gli evoluzionisti suppongono che gli orsi polari siano bianchi poiché nelle regioni artiche si può arrivare di soppiatto alle spalle di una preda soltanto essendo bianchi. Ma questo non spiega che cosa sia a *rendere* bianco un orso polare - per rispondere a questa domanda più essenziale (e in questo caso più semplice), occorre catturare un orso bianco e studiarne la pelliccia, il modo in cui sono costruiti i follicoli, come rifrangono e riflettono la luce e così via. Ma parlando con i gerontologi si ha la sensazione che non vi sia proprio nulla di semplice nel processo di invecchiamento, anzi che vi sia una lacuna fondamentale nella nostra comprensione dell'invecchiamento - *che cos'è* a rendere bianca la pelliccia, non *perché* è bianca (anche se di solito i gerontologi esprimono la questione in altri termini e in realtà, di solito, negano l'esistenza di una lacuna). L'invecchiamento è un processo, un meccanismo profondo e fondamentale, un "orologio" a base genetica che inizia a funzionare il giorno che nasciamo? Questa è la teoria dell'orologio biologico". Oppure l'invecchiamento è semplicemente il nome che diamo al graduale accumulo di danni alle cellule e al DNA, dovuti per lo più all'ambiente e alla presenza di ossigeno nel corpo, che portano a una cascata di malattie? Questa, a grandi linee, è la teoria "stocastica".

L’ossigeno ha un ruolo da protagonista nella storia della senescenza. Se la morte è il prezzo che paghiamo per il sesso, potrebbe anche essere il prezzo che paghiamo per non essere un lievito. All’incirca 3.000 milioni di anni fa, la vita inventò la fotosintesi. In meno di un paio di centinaia di milioni di anni, l’aria iniziò a riempirsi di un terribile veleno. La gradevole coltre di azoto, vapore acqueo e anidride carbonica venne improvvisamente contaminata da un gas nocivo con la spaventosa capacità di fare a pezzi le molecole organiche complesse e di distruggere il codice genetico.

Oggi tendiamo a considerare questo gas, l’ossigeno, come un elemento piuttosto buono. Possiamo fare a meno del cibo per sei settimane e dell’acqua per sei giorni, ma non duriamo più di sei minuti senza una nuova provvista di questa molecola reattiva. Ma l’ossigeno è ancora un veleno, anche se molti non se ne rendono conto. Se respirassimo O_2 puro per un qualsiasi intervallo di tempo, la gola si scorticherebbe e le vie aeree si infiammerebbero per l’equivalente gassoso di un picco glicemico.

Adattandosi all’ossigeno e, alla fine, cooptandolo abilmente nei cicli respiratori, la vita si trascinò fuori dal suo torpore anaerobico e iniziò a turbinare e a dimenarsi con impetuoso vigore. L’ossigeno è un elemento potente, che consente il rilascio rapido ed efficiente di grandi quantità di energia quando le molecole vengono scomposte. Ma l’ossigeno è una lama a doppio taglio. La sua stessa reattività danneggia le cellule, specie il loro materiale nucleare, che consente al nostro corpo di funzionare in modo così rapido. Come i motori diesel tendono a durare più a lungo dei motori dalla messa a punto perfetta delle macchine da corsa, così il nostro metabolismo, sovraccarico e ossigenato, contiene la ricetta per la sua stessa fine. Iniziamo ad arrugginire, dall’interno.

Ma l’ossigeno non esaurisce la questione: un altro elemento sospetto è il telomero. I telomeri sono segmenti di DNA posti alle estremità dei cromosomi e hanno un ruolo fondamentale nel mantenimento dell’integrità genetica durante la divisione delle cellule. Ogni volta che una cellula si divide, alcuni dei suoi telomeri vanno perduti. Secondo una delle teorie che sono state formulate, l’orologio dell’invecchiamento è costituito proprio dall’inevitabile accorciamento dei telomeri. Quando i telomeri diventano troppo corti, la cellula perde la sua integrità. Nel 1965, il biologo Leonard Hayflick scoprì che le cellule differenziate che si dividono in coltura si possono dividere solo 50 volte all’incirca prima di morire. Si pensa che questo valore massimo, noto come limite di Hayflick, sia dovuto all’accorciamento dei telomeri. Si ritiene inoltre che, se si scoprisse un modo per impedire l’accorciamento dei telomeri, si potrebbe aggirare questo limite; oggi molte ricerche si dedicano a questo argomento, considerato assai promettente.

Ma i telomeri potrebbero essere una falsa pista. Sembra proprio che il superamento del limite di Hayflick potrebbe non essere un vantaggio. I due tipi di cellule che si possono replicare indefinitamente sono le cellule staminali e le cellule tumorali. Interferendo con il processo di accorciamento dei telomeri, potremmo semplicemente finire per scatenare la crescita di tumori incontrollabili. E non è chiaro neppure se sia l’accorciamento dei telomeri a *causare* l’invecchiamento, o se invece il collegamento sia nel senso opposto. In alcune specie di uccelli marini, i telomeri in realtà si allungano con l’età. È estremamente difficile per la scienza separare le cause e gli

effetti dell'invecchiamento.

Il professor Steven Austad dell'Università del Texas è uno dei massimi gerontologi mondiali e anche una delle persone più capaci di spiegare in termini semplici che cosa accade quando invecchiamo. La teoria evoluzionistica spiega perché invecchiamo; *come* ciò avvenga si riduce sostanzialmente al fatto che ci deterioriamo e ci trasformiamo. Le nostre cellule, o i loro organelli e processi metabolici, vengono distrutti dall'ossigeno quando bruciamo combustibile. Ad Austad l'analogia dell'orologio piace, ma «quel che non capiamo è che cosa determina la velocità dell'orologio. Il danno avviene per una ragione e avviene più velocemente in un topo che in un cane e più velocemente in un cane che in un essere umano. La domanda fondamentale è: qual è il responsabile di queste differenze?».

«L'invecchiamento è un processo che ci rende sempre più vulnerabili da diverse malattie. Tuttavia è senz'altro qualcosa di diverso dalla semplice somma delle nostre malattie. Anche il cinquantenne più sano non può correre come faceva a vent'anni. Questo è l'invecchiamento nella sua forma più pura». Invecchiando, diminuisce la capacità del nostro corpo di affrontare vari generi di danni. In maniera specifica, in questo processo appaiono fondamentali le devastazioni causate dall'ossigeno reattivo e dai danni incessanti al DNA. Ma chiarire la natura della causa e dell'effetto si sta dimostrando difficile. Se osserviamo qualche cambiamento nelle cellule durante l'invecchiamento, si tratta delle cause della degenerazione, oppure degli effetti di qualche meccanismo fondamentale più profondo?

Una delle conseguenze interessanti dell'idea dell'invecchiamento come processo, fa notare Austad, è il fatto che in tarda età siamo molto più differenziati. I ventenni sono molto più simili tra loro di quanto non siano gli ottantenni, per dirla brutalmente (per usare termini ancora più brutali, quasi tutti i ventenni sono vivi, mentre i potenziali ottantenni in percentuale notevole non lo sono). Ed è proprio vero. Tutti conosciamo persone di più di 80 anni, e anche di più di 90, capaci di condurre lo stesso tipo di vita attiva che alla maggioranza è consentito fino alla mezza età, o anche solo in gioventù. Conosco una persona che a 70 anni suonati continua a fare escursioni sulle Alpi, mentre molti cinquantenni, e quarantenni, di mia conoscenza non sono in grado di fare un chilometro di corsa. In gran parte, tutto si riduce allo stile di vita, a fattori quali il fumo, l'esercizio fisico e l'abitudine a un'alimentazione sana e così via, ma per un'altra buona parte, come conviene anche il più severo esperto di salute, si tratta di fortuna.

Per quanto fortunati e virtuosi siate, invecchierete e morirete comunque. La domanda è: si può fare qualcosa? In un certo senso, stupisce che non siano più numerosi i biologi che studiano questo problema: dopo tutto, ne va della loro vita.

I gerontologi, gli studiosi della biologia dell'invecchiamento, sono in disaccordo l'uno con l'altro, come tutti gli scienziati. Ma su un punto tendono a concordare: il fatto che l'invecchiamento non è qualcosa che dovremmo cercare di fermare. Leonard Hayflick ha condannato severamente quelli che chiama "estorsori della vita", ovvero coloro che vogliono usare la scienza per allungare la durata della vita umana. È raro incontrare un gerontologo convinto che si dovrebbe cercare di ottenere questo risultato, anche se fosse possibile. Qualunque biologo del settore si dichiarerà di questo stesso parere. «Non capiamo tutto dell'invecchiamento. Ma quel che capiamo

indica che rallentare il processo sarebbe enormemente difficile e costoso». Questa è la parte fondamentale: anche se potessimo, non dovremmo.

Perché no? Qui la scienza scivola nella moralità. Pensare che modificare la durata della vita umana sia in qualche modo sbagliato sembra essere diventata una concezione liberale dominante. Uno degli argomenti è che facendo vivere le persone più a lungo la scienza contribuirà al problema della sovrappopolazione. Un altro è che la ricerca nel settore delle terapie anti-invecchiamento, appena mostrerà il minimo segno di successo, dirotterà inevitabilmente quasi ogni dollaro ed euro disponibili per la ricerca, a detrimento del resto della medicina. Infine, è probabile che qualsiasi "cura" per la vecchiaia dovrà essere razionata a causa dei costi. Si creerà un'ennesima linea di demarcazione tra i ricchi e i poveri del mondo.

Questi sono argomenti razionali, ma credo che tanti scienziati si oppongano a questo tipo di ricerche anche per un motivo non dichiarato. Si tratta di qualcosa di simile a un puritanesimo scientifico, la sensazione che, quali che siano le obiezioni logiche e le giustificazioni, agire in questo modo non sia *corretto.* È strano, poiché non sono mai state mosse grandi obiezioni ai progressi realizzati negli ultimi 200 anni per quanto riguarda *l'aspettativa* di vita. Nessuno ha avuto da obiettare contro le vaccinazioni o gli antibiotici tirando in ballo la sovrappopolazione e, anche se esiste una questione politica assai dibattuta in merito ai costi dei farmaci antiretrovirali e alla loro conseguente disponibilità per i poveri, nessuno suggerisce che le ricerche di una cura per l'AlDS andrebbero interrotte. Questo atteggiamento puritano è meno forte di un tempo, ma è ancora diffuso.

Per il momento, naturalmente, è un argomento puramente accademico: nonostante il denaro speso, le ricerche intraprese, le promesse e le campagne di marketing, rimane il fatto che non una singola pozione, pillola o cura è riuscita a estendere la durata della vita umana di un solo giorno. Ciò non significa che nessuno si stia dedicando al problema. Si è avviata qualche strategia che un giorno potrebbe fornire risultati tangibili. Può darsi che l'era degli esseri umani che vivono mille anni sia lontanissima, ma forse non è lontana l'era dei centocinquantenni.

Forse il modo più semplice per estendere la durata della vita umana potrebbe essere rendere illegale avere figli prima di aver compiuto quarant'anni. Michael Rose, che insegna biologia evoluzionistica all'Università della California, è uno dei pochi biologi con cui ho parlato che sia entusiasta dell'ipotesi di allungare la vita umana. Com'è noto, ha allevato moscerini della frutta longevi come Matusalemme - che vivevano all'incirca il 10 per cento in più della media - usando una forma di semplice selezione artificiale, ovvero consentendo solo agli animali più vecchi di procreare. «Oh sì, un dittatore potrebbe far aumentare in maniera spettacolare la durata della vita umana semplicemente dichiarando illegale avere figli prima dei 40-45 anni», mi ha detto Rose. Funzionerebbe per un motivo molto semplice: in quel modo si elimina dal pool genetico chiunque non abbia una costituzione abbastanza forte da arrivare alla mezz'età ancora fertile e in buona salute.

Funzionerebbe, ma non si realizzerà. Quel che invece potrebbe accadere è una qualche sorta di manipolazione genetica. In organismi come il moscerino della frutta *(Drosophila melanogaster)* e il verme nematode *Caenorhabditis elegans* è stato identificato un certo numero di "geni dell'invecchiamento" e si è appurato che le

copie supplementari di un gene chiamato *Sir2* estendono la durata della vita di entrambi gli organismi. Una delle scoperte più interessanti degli ultimi anni è il gran numero di geni fondamentali comuni a una vasta gamma di specie, dal lievito agli esseri umani. Un certo gene, chiamato *RAS1,* è collegato alla durata della vita del lievito. Noi abbiamo una versione di questo gene, anche se ancora non si sa se manipolare la nostra versione del gene possa produrre lo stesso effetto.

Una strategia che sembra molto promettente deriva da una delle scoperte più deprimenti dell'intero canone della scienza medica, vale a dire il fatto che una forte limitazione delle calorie sembra prolungare la durata della vita. Una gran quantità di risultati, provenienti soprattutto da esperimenti sui topi, indica che mantenere gli animali in uno stato prossimo all'inedia (però con una dieta bilanciata ricca di vitamine e minerali e così via) ha senza dubbio un effetto benefico sulla durata della vita.

Alcuni studi risalenti a più di settant'anni fa, che descrivono i risultati di diete spartane sui roditori, hanno dimostrato che tale strategia li fa vivere fino al 50 per cento in più - nel caso degli esseri umani, equivarrebbe grossomodo a una vita di 150 anni. A quanto pare, l'effetto della restrizione calorica non si cura né della specie né del phylum: si è dimostrato che ne beneficiano anche i vermi, i ragni e gli insetti. Il primo esperimento vero e proprio sull'effetto della restrizione calorica sugli esseri umani è stato condotto nel deserto dell'Arizona nel 1991, quando otto scienziati si sono rinchiusi in una serie di cupole geodetiche collegate tra loro. Il progetto, chiamato "Biosfera 2", era un tentativo di creare un habitat autosufficiente, sigillato in modo ermetico dal resto del mondo, "Biosfera 1". Uno di questi scienziati era il nostro Roy Walford, che aveva elaborato una dieta draconiana di un migliaio di calorie al giorno, contenente tutte le sostanze nutrienti essenziali.

Quando gli scienziati sono riemersi dalle loro cupole dopo un paio di anni, l'unico che non era in forma era Walford, che si era fatto male alla schiena cadendo da una trave. Negli anni seguenti, Walford promosse le sue teorie sull'estensione della vita mediante diete ipocaloriche. Il problema è che gli esseri umani vivono molto a lungo e ottenere dati sperimentali sull'estensione della durata della vita umana è estremamente difficile (con i moscerini della frutta e i topi è ben più facile). L'idea che per garantirci una vecchiaia sana dobbiamo passare la vita in uno stato simile all'inedia è una delle più deprimenti di tutta la storia della medicina. È possibile che esistano altri modi?

Al momento attuale non è chiaro come e perché la restrizione calorica "funzioni". Secondo un'interpretazione popolare, con meno cibo si ha una minore attività metabolica e quindi meno radicali liberi rilasciati nel flusso sanguigno dai mitocondri delle cellule, che sono obbligate a lavorare con la massima efficienza. Si ritiene che i radicali liberi e altre sostanze chimiche ossidanti abbiano un ruolo fondamentale nel processo di invecchiamento. Questi effetti collaterali della nostra fame di ossigeno fanno letteralmente arrugginire il nostro corpo dall'interno. Una teoria rivale, l'"ipotesi dell'ormesi" (etimologicamente: stimolazione), afferma che una condizione vicina all'inedia induce stress e il corpo genera una reazione non dissimile dalla reazione immunitaria provocata da un'infezione. Questo "tempra" l'organismo, facendolo funzionare in una modalità di difesa e rendendolo complessivamente più

capace di combattere le malattie dell'invecchiamento. Un punto interessante è che lo stesso gene *Sir2* collegato alla velocità di invecchiamento nei moscerini della frutta e nei vermi sembra anche essere influenzato dalla restrizione calorica. Quindi è concepibile che usando terapie farmacologiche o genetiche sia possibile riprodurre l'effetto di una dieta da fame.

La ricerca sulle possibilità di combattere l'invecchiamento sta lentamente diventando più rispettabile. La maggioranza degli scienziati sembra ancora contraria, ma questo atteggiamento si sta modificando, specie in America; in parte, tale cambiamento è dovuto alla crescita della ricchezza. I paesi come gli USA oggi sono molto più ricchi, in termini assoluti e relativi, di qualsiasi altra società della storia. Oggi in America o in Europa una persona povera ha accesso a ricchezze al di là delle aspettative degli imperatori romani. Oggi i ricchi, che sono molto numerosi, possono comprare quasi tutto ciò che vogliono: aeroplani, macchine, terreni sconfinati. Per ora, tuttavia, non possono comprarsi una vita più lunga.

Alcuni scienziati, tra cui Greg Stock, ritengono che per superare la magica barriera dei 125 anni sarà necessario cambiare la nostra linea germinale, modificare il nostro DNA. Forse si potrà usare una combinazione di terapie genetiche e farmaci per riprodurre gli effetti della restrizione calorica senza essere sempre affamati e stanchi.

Aubrey de Grey, uno scienziato dell'Università di Cambridge con una barba lunga mezzo metro, è quasi universalmente deriso dalla "comunità dell'invecchiamento" per la sua tesi che una "soluzione" alla vecchiaia è appena dietro l'angolo, con tutta probabilità consistente in un cocktail di farmaci e terapie genetiche che contrasterà gli effetti dei radicali liberi e di altri processi metabolici dannosi che indeboliscono le ossa, rendono fragile la pelle e fanno sì che gli organi smettano lentamente di funzionare. Gli attacchi a de Grey sono motivati da uno scetticismo razionale, ma anche, credo, da quella morale puritana che considera l'estensione della vita come un settore di cui la scienza non deve occuparsi.

È molto probabile che tutti i grandi progressi nell'estensione della durata della vita umana si siano già realizzati. Anche eliminando la mortalità infantile dall'equazione, siamo molto più in forma dei nostri bisnonni. Oggi un sessantenne in buone condizioni fisiche può aspettarsi di vivere per altri 25-30 anni e questo non era mai accaduto in tutta la storia dell'umanità. L'aspettativa di vita è in continua crescita in quasi tutte le società, anche se resta da capire se nei prossimi anni l'attuale epidemia di obesità, diffusa in tanti paesi occidentali dalla fine degli anni Settanta del Novecento, influenzerà questa tendenza (al momento, stranamente, sembra che non abbia alcuna influenza). L'immortalità è molto, molto lontana.

Possiamo far vivere più a lungo i topi tenendoli a stecchetto, i vermi ritoccando i loro geni e i moscerini della frutta semplicemente impedendo loro di riprodursi prima di una certa età. Ma gli esseri umani non sono topi, moscerini o vermi. Chi risolverà il problema dell'invecchiamento diventerà una delle persone più famose della storia. Non sono disposto a scommettere che non accadrà mai. Purtroppo, però, quasi certamente non sarò ancora vivo quando accadrà.

Capitolo 4

Che cosa abbiamo intenzione di fare con gli stupidi?

Non ridiamo più del DNA delle persone. Non ci rifiutiamo più di assumere persone con certi geni. Né le rendiamo schiave o impediamo loro di votare. Se lo facciamo, inoltre, quasi tutti riconoscono che ci stiamo comportando molto male. Giustamente. É un fatto nuovo, com'è ovvio. Soltanto due generazioni fa era perfettamente accettabile deridere e discriminare persone con la pelle di un altro colore o di diversa provenienza etnica, le persone molto alte o molto basse, i robusti e i gracili. Nel mio paese, la gente, anche gente piuttosto simpatica, usava comunemente parole come "giudei", "negri", "nanerottoli" e peggio ancora. Le persone condannate (forse) dal loro DNA a essere omosessuali erano discriminate non solo dalla massa, ma anche dalla legge.

Al giorno d'oggi pare incredibile che qualche decina d'anni fa in Gran Bretagna fosse illegale per due uomini adulti andare a letto e fare sesso e che centinaia e centinaia di omosessuali siano finiti ricattati, rovinati o in prigione per questo motivo - e parlo degli anni Sessanta, che non furono poi così brillanti. Si poteva essere discriminati per molte ragioni non genetiche. Gli sciancati, i disabili, i deformi e gli ustionati venivano tutti presi in giro, spesso in maniera orribile. Il passato era un posto davvero terrificante.

Ora, per fortuna, la situazione è completamente diversa, quanto meno nei paesi civili. Va detto, però, che la discriminazione genetica brutale è ancora viva e vegeta in gran parte del mondo; per citare un solo esempio, in alcuni paesi il possesso dei testicoli è ritenuto necessario per guidare un'automobile. Questo tipo di discriminazione è stato spazzato via da numerose leggi di pari opportunità, da una nuova opinione dominante saggia e liberale, diffusa grossomodo in tutti gli schieramenti politici. L'attuale leader del Partito conservatore inglese, che tradizionalmente ha sempre avuto posizioni piuttosto intransigenti in merito alle politiche sociali, non ha atteggiamenti omofobici o razzisti manifesti. Le persone "diversamente abili" sono assistite e per aiutarle si eliminano le barriere architettoniche e si creano appositi spazi. Ridere di qualcuno perché è di pelle nera o ebreo oggi è quasi inconcepibile, come prendersi gioco dei contadini o assumere eunuchi di corte.

Vi è però un tipo di pregiudizio genetico che continua a essere perfettamente accettabile a tutti i livelli della società civile, anzi, forse si può dire che negli ultimi anni sia diventato più accettabile di quanto sia mai stato in precedenza; si tratta del pregiudizio nei confronti delle persone nate con un quoziente intellettivo basso. "Che

fare degli stupidi?", per esprimere la questione nel modo più brutale, è forse il più grande problema sociopolitico del nostro tempo. É un problema alimentato dall'ignoranza scientifica, da equivoci intenzionali e da un pregiudizio estremo. É un tema che la scienza e le scienze sociali si rifiutano di trattare e persino di discutere - sotto questo profilo, è simile all'allungamento della vita. Tanto la destra quanto la sinistra hanno escogitato alcune soluzioni - che, come vedremo, sono altrettanto insoddisfacenti.

Perché mai un libro sui misteri scientifici si occupa di un argomento simile? Non è una questione politica, di correttezza politica, un argomento da esperti di istruzione e di sociologia? Ebbene, sì. Ma la questione della variabilità dell'intelligenza umana ha una fondamentale in uno dei problemi scientifici più antichi e dibattuti: l'importanza relativa dei geni e dell'ambiente nello sviluppo di un organismo nel corso della sua vita. Non è un mistero che alcuni siano più intelligenti di altri (anche se a quanto pare qualcuno continua a contestarlo). A quanto pare, tuttavia, quale sia il modo migliore di affrontare il problema continua a essere un mistero profondo. I nostri esperti di scienze sociali e di economia hanno scelto, e per lo più continuano a scegliere, di ignorare la questione.

Vi sono alcuni ostacoli da superare quando si parla del QI umano. Per alcuni è già inaccettabile considerare la questione. «Come sarebbe a dire che cosa dovremmo fare degli stupidi?», mi ha domandato un amico che aveva letto il mio articolo su questo tema per la rivista politica inglese "Spectator". «Il solo fatto di domandarlo offenderà molte persone». Naturalmente, aveva ragione. Soltanto il suggerire che esiste un problema provocherà qualche guaio. Tanto per cominciare, i dibattiti sull'intelligenza relativa di persone diverse rischiano sempre di andare a finire in acque davvero pericolose (anche se, naturalmente, non dovrebbero farlo).

In certi ambienti basta parlare di QI per finire nei guai. Molti criticano i test del QI giudicandoli privi di significato - «sono una misura della capacità di superare i test del QI», commentano con sarcasmo - ma il fatto è che, benché sia possibile che non misuri l'intelligenza pura in sé e per sé, sembra proprio misurare qualcosa di strettamente correlato con l'intelligenza. Le persone che ottengono punteggi alti nei test del QI tendono (non sempre, è ovvio) a essere generalmente considerate "intelligenti". A volte chi ottiene punteggi altissimi in effetti può essere un po' strano, eccentrico, con scarse capacità sociali, ma si tratta di una piccola percentuale. Quelli che hanno successo nella vita provengono prevalentemente dal gruppo con un punteggio alto, non basso. Ammettiamo, per amor di discussione, che il termine QI significhi realmente qualcosa.

Di chi parliamo quando usiamo l'aggettivo "stupido"? Non di chi ha un grave handicap mentale né di chi ha perso una parte significativa delle funzioni cognitive a causa dell'invecchiamento, di una lesione o di una malattia. Nella maggioranza delle società umane ricche, le persone - per dirla in termini brutali - con un QI molto inferiore a 70 sono assistite dallo stato, oppure con l'aiuto e la guida dello stato, dentro o fuori dalla comunità. Spesso tali persone non vengono considerate "malate", tuttavia si accetta che abbiano difficoltà a svolgere un ruolo attivo nella società senza qualche aiuto esterno. No, le persone di cui parlo appartengono a una sfortunata terra di nessuno nella scala del QI - troppo intelligenti per essere considerate davvero

disabili, ma per lo più prive delle capacità intellettuali necessarie per sopravvivere facilmente in un mondo sempre più basato sulla conoscenza. Queste persone patiscono discriminazioni sempre e dovunque, di un genere che pervade l'intera struttura della maggior parte delle società di tutto il mondo. Ed è un genere di discriminazione che si sta aggravando.

Un fatto di cui non ci si rende minimamente conto è che è piuttosto difficile per una persona che vive in una società tecnologica, nel "mondo moderno" se volete, guadagnarsi abbastanza da vivere se è analfabeta - il che 150 anni fa, poniamo, non era assolutamente vero, perché esistevano molti lavori per cui erano necessari muscoli più che cervello. Nel 1900 più di un milione di inglesi lavorava nelle miniere e i contadini erano ancora più numerosi. Nel corso del XIX secolo milioni di emigranti si riversarono negli USA; alcuni diventarono medici e avvocati, ma per lo più andarono a lavorare nelle fattorie e nelle nuove fabbriche. Molti fra questi lavori operai erano altamente specializzati e richiedevano addestramento e intelligenza, ma non erano la maggioranza. Oggi questi lavori sono quasi del tutto scomparsi.

Com'è ovvio, questo non vuol dire che tutti quei minatori e contadini fossero analfabeti o dotati di scarsa intelligenza. Molti erano estremamente intelligenti. In realtà, a quei tempi, quando il posto nella società e le prospettive di lavoro erano determinate in gran parte da fattori accidentali quali la famiglia e il luogo di nascita, probabilmente si poteva trovare grossomodo la stessa distribuzione di capacità mentali tra le classi "inferiori" come tra i ricchi. Oggi questo non può più essere vero.

La percentuale di forza lavoro che può svolgere i compiti per cui è retribuita senza un titolo di istruzione è al suo minimo storico. Nella maggior parte dei paesi occidentali, per guadagnare uno stipendio decente occorre molto più cervello che muscoli. Naturalmente, esistono ancora lavori accessibili a chi è dotato di capacità esclusivamente fisiche, ma non sono mai stati così pochi. La maggioranza degli operai non specializzati non è più necessaria e il lavoro manuale è dato in appalto in misura crescente ai paesi più poveri. Soltanto una minuscola élite può guadagnarsi da vivere con un'attività sportiva. Forse non è indispensabile una grande intelligenza per essere un calciatore o una modella di successo, ma è senz'altro necessario avere un talento fisico e/o un fisico fuori del comune.

Nei paesi occidentali, i lavori considerati "operai" oggi richiedono spesso un apporto intellettuale significativo. Le "fabbriche" moderne sono i cali center, enormi ambienti pieni di disgraziati impegnati in un numero infinito di conversazioni telefoniche riguardanti conti bancari, assicurazioni e tutto il corredo della vita quotidiana che non si può trattare in un negozio al minuto o su internet. Molti deridono questi lavori e chi li svolge, forse dimenticando che richiedono capacità importanti - una buona conoscenza del linguaggio e della natura delle questioni da discutere, una discreta capacità di conversare e l'abilità di utilizzare un sistema informatico complesso a una certa velocità. Lavorare in un call center non è come imballare il fieno o spaccare le pietre.

Allora, quali sono le opzioni accessibili alle persone che proprio non possono prendere parte alla vita moderna? Molto poche, a quanto pare. Una delle funzioni che i meno intelligenti possono svolgere è quella di buffone di corte della società. Si pensi a tutti quegli spettacoli televisivi orribili e crudeli ideati per mettere in vetrina

gli ottusi per il nostro diletto (questo è il vero scopo del *Grande Fratello,* di *Cambio moglie,* di *Holidays from Hell* e di tutti gli altri terribili reality show che a quanto pare hanno un gran successo in tutto il mondo). Naturalmente, gli sciocchi sono sempre stati derisi - ma mi pare che il vetriolo diretto alle persone "non molto intelligenti" oggi sia una mistura più pericolosa e potente di quanto sia mai stata in precedenza. Mentre le vecchie barriere di classe vanno a pezzi e le placche tettoniche della società si riallineano, sono queste persone ad andare inesorabilmente a fondo. E, non essendo intelligenti, non hanno gli strumenti - né, in particolare, una guida - per cavarsela.

I pericoli di una società in cui l'intelligenza e lo sforzo sono premiati più della condizione di nascita sono stati osservati per la prima volta dal sociologo Michael Young. Ne *L'avvento della meritocrazia,* una satira scritta nel 1958,Young mise in rilievo che in una società in cui la posizione è definita dal merito - definito come «intelligenza + sforzo» - l'élite tenderà a ritenere di avere pienamente diritto ai privilegi di cui gode.

Tutto ciò contrasta in maniera inaspettata con il vecchio sistema basato sulle classi, che, nonostante tutta la sua violenza, riconosceva implicitamente che la nostra posizione sociale nella vita è quasi una questione di fortuna, quindi che non dovremmo vantarci tanto dei nostri successi né schernire i meno fortunati di noi. Questo nuovo pensiero "meritocratico" si può osservare negli Stati Uniti (anche se in realtà l'America non è meritocratica come ama considerarsi). Negli USA, si parla apertamente di "perdenti" o, come dicono, "gente che prende l'autobus" in un modo che pare estremamente estraneo e scortese a coloro che vivono in società più antiche, forse stratificate in modo più tradizionale. Se uno è un fallito è tutta colpa sua. Ma ovviamente quando il punto è l'intelligenza non è affatto così, non più di quanto uno sia nero o ebreo, molto alto o biondo per colpa sua.

Allora, chi sono questi disgraziati? Nella maggior parte dei paesi sviluppati, circa il 68 per cento della popolazione ha un QI compreso tra 85 e 115 e le percentuali di chi ha un punteggio superiore o inferiore sono grossomodo uguali.

Nell'ambito e al di sopra della fascia "media", la maggioranza sarà capace di cavarsela abbastanza bene nella nostra società, ma che cosa si può dire di quel 10-15 per cento che ha un QI inferiore a 85 e superiore a 70? Oggi molti di loro diventano inevitabilmente il sottoproletariato genetico degli inabili al lavoro per QI insufficiente, sempre alla deriva ai margini della società, dove regna la criminalità e si fa uso di droghe. In gran parte sono in prigione (insieme ai pazzi, ai poveri diavoli e ai malvagi). Essere un proletario era difficile e pericoloso; far parte del sottoproletariato è una condizione assai peggiore.

Le persone intelligenti, come gli uomini alti e le donne avvenenti, hanno sempre guadagnato molto di più, raggiunto posizioni più alte, avuto matrimoni più felici, condizioni di salute migliori e minori probabilità di finire in prigione in confronto agli stupidi. Ma il punto è che tale tendenza si rafforza via via che la società diventa più "avanzata" e dominata dalla tecnologia e dai dati. Un interessante corollario del valore che attribuiamo oggi alle capacità mentali è il fenomeno relativamente nuovo della femmina alfa desiderabile.

Fino a poco tempo fa, nella maggior parte delle società essere molto intelligente non era un gran vantaggio per una donna. Nell'Inghilterra vittoriana, ad esempio, le

opportunità di guadagnarsi da vivere soltanto grazie alle proprie capacità intellettive erano estremamente limitate per una donna. In base al censimento del 1901, in tutta la Gran Bretagna le donne medico erano meno di duecento. Andare all'università era difficile e costoso (senza contare che la maggior parte delle università non consentiva l'accesso alle ragazze). Una donna poteva diventare maestra, forse, o istitutrice, o magari, avendo un talento straordinario, guadagnarsi da vivere come scrittrice o come artista. La maggioranza delle professioni era chiusa, così come il mondo degli affari.

Essere una donna intelligente non accresceva neanche le probabilità di trovare (o di essere trovata da) un compagno desiderabile. In realtà, le diminuiva, poiché molte donne intelligenti erano restie a sostenere i sacrifici economici che avrebbero inevitabilmente seguito il matrimonio. Tradizionalmente, quanto meno in Europa e nelle sue propaggini, i maschi alfa, che si potevano permettere la prima scelta, tendevano a scegliere in base alla bellezza e alla famiglia più che all'intelligenza. L'oca bionda aggrappata al braccio dell'uomo d'affari o del politico di successo è un cliché orribile, ma contiene un elemento di verità.

La situazione sta cambiando. Le femmine alfa usano le loro capacità mentali per ottenere vantaggi economici e così ora sono compagne assai più desiderabili. Al giorno d'oggi, gli uomini potenti e affermati sembrano scegliere come compagne donne altrettanto potenti e affermate, a differenza di quel che avveniva in passato. Secondo alcuni scienziati, è un fenomeno che ha qualche conseguenza interessante.

Potrebbe avere un effetto polarizzante sulla "curva a campana" del QI, il grafico della distribuzione dei quozienti di intelligenza nella popolazione. Se gli uomini e le donne più intelligenti si attraggono reciprocamente, l'effetto complessivo potrebbe essere un appiattimento della "campana" - un numero maggiore di persone molto intelligenti e forse anche di persone molto ottuse. É troppo presto perché l'effetto sia visibile; dopo tutto, il fenomeno delle femmine alfa è nato da pochissimo tempo. Fino agli anni Sessanta, nella maggior parte delle professioni le donne erano ancora obbligate a dimettersi al momento del matrimonio e le donne con un impiego governativo erano, apertamente e ufficialmente, pagate meno dei colleghi maschi per svolgere le stesse mansioni. Oggi vi è ancora una differenza del 30 per cento tra gli stipendi, anche se le ragioni non vengono più dichiarate in modo altrettanto chiaro.

Un'altra ipotesi interessante è che questi nuovi modelli di accoppiamento umano spieghino, quanto meno in parte, la sconcertante epidemia di autismo. Oggi vengono diagnosticati disturbi dello "spettro autistico" a una percentuale di bambini più alta, molto più alta, rispetto a quanto avveniva soltanto due generazioni fa. Il dato relativo agli USA, ad esempio, nel 1970 era di 1 ogni 2500, mentre oggi è dell'1 per cento - un aumento sorprendente, che si è avuto anche in molti altri paesi. La causa del fenomeno è misteriosa. É troppo recente per essere una sorta di deriva genetica generale. A questo proposito, sono stati tirati in ballo vari fattori ambientali, in particolare l'esposizione a certe combinazioni di vaccini. In Gran Bretagna molti continuano a essere convinti, dopo campagne mediatiche di alto profilo, che la vaccinazione tripla MMR (contro il morbillo, la parotite e la rosolia) somministrata sistematicamente ai bambini piccoli possa scatenare l'autismo, anche se l'opinione dominante tra gli scienziati è che un tale collegamento non esista. Com'è ovvio, gran parte dell'aumento dei casi di autismo può essere attribuito al miglioramento della

diagnosi. Che, però, non può spiegare completamente il fenomeno.

Una possibile spiegazione è stata presentata dallo psicologo Simon Baron Cohen, direttore dell'Autism Centre dell'Università di Cambridge. Baron Cohen ritiene che il cosiddetto "accoppiamento assortativo" potrebbe avere un ruolo nell'autismo, e precisa che è sempre più probabile che un uomo si accoppi e abbia figli con una donna con un cervello "maschile" - logico e sistematico. In un articolo pubblicato nel 2006 sulla rivista "Seed", Baron Cohen scriveva:

> Si consideri che alla fine degli anni Cinquanta del secolo scorso meno del 2 per cento degli studenti del MIT (un'università che soddisfa le richieste di studenti con buone capacità di sistematizzazione) era di sesso femminile. Oggi la percentuale femminile degli iscritti è balzata al 50 per cento. Questo microcosmo è solo uno degli esempi di come i cambiamenti della società abbiano favorito l'avvicinamento reciproco dei grandi sistematizzatori.
> Nello stesso periodo, anche i viaggi aerei hanno fatto aumentare le occasioni di incontro tra persone di origini completamente diverse, riunite a volte dal comune interesse per lo studio dei sistemi. Da ultimo, per effetto della rivoluzione digitale, nello stesso arco di tempo sono nate nuove opportunità di lavoro per gli individui che sono sistematizzatori. Mentre 50 anni fa un forte sistematizzatore avrebbe potuto trovare lavoro come contabile, oggi qualsiasi posto di lavoro ha bisogno di impiegati pratici di computer e chi è dotato di buone capacità di sistematizzazione può ricevere compensi economici enormi.

La tesi di Baron Cohen ha suscitato qualche controversia, sia tra quanti sono convinti che l'autismo debba avere in primo luogo una causa ambientale sia tra quanti sostengono che mettere nello stesso discorso i geni e qualsiasi aspetto della mente vuol dire essere nazisti.

Tradizionalmente, i sostenitori della teoria della *tabula rasa,* ideologicamente contrari all'ipotesi che esistano differenze innate nelle capacità mentali, risolvono brillantemente il problema del Ql negandone l'esistenza. Questo modo di ragionare ha prodotto il modello delle scienze sociali, bizzarro e oltremodo controproducente, che ha preso piede nelle scuole occidentali di ogni ordine e grado negli anni Sessanta del Novecento.

É la soluzione tradizionale della sinistra ben intenzionata: fingere che gli stupidi non esistano. Si tratta di un atteggiamento pericoloso e nocivo, soprattutto per gli stupidi. La politica educativa di molti paesi occidentali, in particolare della Gran Bretagna e di certe zone degli USA, continua a riflettere questo pensiero. Facendo finta che tutti i bambini siano uguali, e insistendo accanitamente sull'inclusività (che contempla la possibilità che il bambino gravemente disabile venga educato nelle scuole tradizionali, a danno del soggetto stesso e dei suoi compagni di classe più dotati), i bambini meno intelligenti sono stati abbandonati a se stessi, bocciati dai docenti che sono obbligati a insegnare al mitico bambino medio (quello che spesso, misteriosamente, non si presenta alle lezioni) e da un sistema di esami che alla fine premia solo il merito scolastico. Così milioni di adolescenti lasciano la scuola marchiati dalla bocciatura, incapaci di soddisfare i criteri di merito scolastico, ma senza una formazione alternativa mirata allo sviluppo di capacità in cui potrebbero

essere in grado di eccellere.

Ben più risalto si è dato al fatto che questo sistema boccia anche i ragazzi molto brillanti. É possibile, ma credo che avvenga più raramente. I ragazzi intelligenti di solito sanno badare a se stessi e in ogni caso tendono a ricevere il grosso dell'educazione di base dai genitori e dai libri. I vantaggi che si hanno nella vita, dopo tutto, tendono a essere acquisiti ancor prima di nascere. No, sono quelli che stanno sotto la media a soffrire di più quando si fa finta che tutti siano uguali.

Del resto, è davvero molto strano credere che gli stupidi non esistano. Per esserne convinti, infatti, è necessario credere che la componente genetica dell'intelligenza umana (o di chiunque altro) sia scarsa o nulla, e questo non può essere vero - e non ci sono motivi che inducano a crederlo (a meno che la nostra mente non appartenga a qualche oscuro fantasma nella macchina, e non a un essere umano in carne e ossa). Non ho mai capito perché persone che accettano tranquillamente l'esistenza di differenze genetiche, ad esempio nelle capacità atletiche, nella predisposizione alle ustioni solari e anche in tratti complessi quali la sessualità, rimangono fondamentalmente incapaci di capire che anche la nostra mente può avere una forte componente genetica.

Ovviamente è proprio così, e dubitarne è un po' ridicolo, poiché in caso contrario gli esseri umani non sarebbero più intelligenti delle sogliole.

Un eccellente volume dell'autore inglese Matt Ridley, Il *gene agile. ha nuova alleanza fra eredità e ambiente,* spiega il funzionamento congiunto dell'ambiente e dei geni. Un bambino che ha un DNA della categoria "Einstein" per sviluppare il suo potenziale ha comunque bisogno di genitori desiderosi di appoggiarlo, di libri, di istruzione e così via. L'ambiente libera il potenziale che è nei geni (così come una buona alimentazione libera il potenziale genetico per essere alti). Ma questo non vuol dire che i geni non contino. La soluzione della sinistra - gli stupidi non esistono - è semplicemente improponibile.

E la destra? Che cos'ha da dire? Per "destra" intendo anche quei regimi comunisti i cui sistemi di istruzione si basavano in gran parte sul modello prussiano di rigorosa suddivisione degli allievi in gruppi a seconda delle capacità e del rendimento, che poi venne riprodotto nella vecchia Unione Sovietica. E inserisco nell'elenco anche quegli educatori controrivoluzionari che si ammantano di rigore tradizionale e quelle società e istituzioni che si dichiarano meritocratiche e premiano deliberatamente la "capacità", quando tale capacità ha sempre una grande componente intellettuale. La soluzione della destra al problema della stupidità consiste nell'accettare l'esistenza degli stupidi, ma ignorarli e sperare che scompaiano nel nulla.

È interessante cercare di immaginare che cosa succederà all'intelligenza umana, poiché sembrano essere in azione forze molto intense e contrastanti. Forse un centinaio d'anni fa i muscoli contavano ben più di oggi, ma è possibile che un migliaio di anni fa fosse vero il contrario. Non sappiamo che cosa abbia guidato l'evoluzione del nostro bizzarro cervello affamato di energia, ma si ritiene probabile che la capacità di sviluppare e acquisire tecnologia non sia la causa principale del processo, bensì un suo vantaggioso effetto collaterale. In base a un ragionamento convincente, è possibile che la nostra intelligenza si sia sviluppata come strumento sociale. Abbiamo un cervello grosso perché è utile per comunicare e scambiare

informazioni. L'acquisizione del linguaggio ha preceduto l'acquisizione dell'intelligenza? Non lo sappiamo.

Quali che siano le sue origini, il grosso cervello umano diventò un utile strumento di sopravvivenza. Forse una grande intelligenza poteva conferire una posizione sociale migliore, e quindi maggiori possibilità di scelta del partner. Forse essere intelligenti poteva accrescere le probabilità di sopravvivenza, specie dopo lo sviluppo della tecnologia. È ragionevole pensare che gli individui intelligenti fossero cacciatori e raccoglitori migliori e probabilmente anche più abili nell'accudire i bambini e nel fare progetti. Prima dello sviluppo del lavoro specializzato, che iniziò insieme alla rivoluzione agricola del neolitico, probabilmente per riuscire a sopravvivere un essere umano doveva essere dotato di mille capacità. Sono solo congetture, ma è plausibile che nella tarda Età della Pietra la mera forza muscolare non fosse più utile di quanto sia oggi.

Sappiamo che il cervello umano è cresciuto nel corso del tempo. Il cranio di persone che vissero 80.000 anni fa è sempre più grande del cranio degli ominidi vissuti in epoche precedenti. I vantaggi conferiti dall'intelligenza sono tanto evidenti che con tutta probabilità a guidare l'espansione del cervello è stata semplicemente la selezione naturale. Ma ne discende immediatamente una domanda: che cosa accadrà ora? Alcuni scienziati parlano di *Homo sapiens* come della prima specie postevolutiva. Con la consapevolezza della nostra evoluzione, più la tecnologia e i mezzi necessari per influenzare e persino negare le forze tradizionali della selezione naturale, che cosa accadrà al nostro cervello ora? Si ridurrà o continuerà a crescere?

Una delle ipotesi è che diventeremo più ottusi. Il ragionamento è questo: nella maggior parte delle società occidentali, le persone poco istruite tendono ad avere più figli di chi si è laureato. Poiché l'intelligenza ha una forte componente ereditaria, il fenomeno tenderà a far diminuire il QI medio. Questo argomento ha qualche punto debole. Innanzitutto, la tendenza dei gruppi socioeconomici inferiori ad avere più figli di altri gruppi è piuttosto nuova e geograficamente limitata e potrebbe essere molto transitoria. Tradizionalmente, ad esempio in Europa, erano i benestanti a potersi permettere di avere molti figli. Le donne del ceto elevato di solito si sposavano prima e avevano più figli delle donne più povere, che in generale dovevano contribuire all'economia della famiglia lavorando. É pur vero che in paesi con uno stato sociale particolarmente sviluppato la fecondità è fortemente correlata con una bassa posizione socioeconomica, ma non è affatto un fenomeno universale. In paesi in cui il *welfarismo è* meno diffuso, come gli USA, le persone benestanti e istruite possono avere più figli dei poveri, come in effetti accade.

In secondo luogo, vi è il fatto innegabile e piuttosto misterioso che a quanto pare, invece, stiamo diventando più intelligenti. In quasi tutte le società industriali, i QI medi sono aumentati in modo spettacolare negli ultimi cinquant'anni. Non può essere dovuto all'evoluzione - in così poche generazioni la selezione naturale, la deriva genetica o qualche altro meccanismo evolutivo non possono aver effetto. Deve esistere qualcosa che agisce sulla componente genetica dell'intelligenza per tirar fuori il "meglio" dal nostro cervello. Ciò che veniva considerato "piuttosto intelligente" tre generazioni fa oggi è del tutto ordinario. Quale può essere stata la causa?

Esistono diversi candidati. Uno è il miglioramento dell'alimentazione. Questo

fattore potrebbe spiegare lo spettacolare aumento del QI in alcuni paesi asiatici dopo la Seconda guerra mondiale, ma non spiegherebbe in maniera soddisfacente perché il QI è cresciuto anche in paesi come gli USA, la Gran Bretagna e la Francia, dove l'alimentazione non è cambiata in maniera significativa negli ultimi 50 anni. Per la verità, probabilmente l'alimentazione degli inglesi durante e subito dopo la Seconda guerra mondiale fu migliore di quanto sia mai stata prima o dopo. Il razionamento del cibo ebbe come conseguenza una maggiore quantità di cibo, di qualità migliore, per la maggioranza della popolazione. Ciò nonostante, probabilmente gli inglesi del periodo di austerità erano un poco più ottusi di quanto siano oggi.

Il miglioramento dell'istruzione deve aver avuto un effetto, ma anche in questo caso non è affatto dimostrato che il fenomeno possa aver avuto una grande influenza in intervalli di tempo così esigui, quanto meno nei paesi dell'Europa occidentale. Secondo una spiegazione popolare, che però non pare centrare il bersaglio, è tutto merito della televisione. Lungi dall'essere un "elettrodomestico che rincretinisce",la TV potrebbe dar forma al cervello dei nostri bambini martellandolo con il suo guazzabuglio di complesse e ininterrotte stimolazioni visive. Secondo questa teoria, può anche darsi che non sia affatto importante quali programmi si guardano; probabilmente i cartoni animati valgono tanto quanto Discovery Channel. É un'idea interessante (un contributo potrebbe arrivare anche dai videogiochi), ma è non è affatto dimostrata.

Il problema del QI basso probabilmente non verrà mai affrontato. L'intelligenza, differentemente dal colore della pelle, dall'attività atletica, dall'altezza, dal peso e da ogni altro attributo influenzato dai geni, è una caratteristica essenziale dell'essere umano. Coloro che sono poco intelligenti non sono considerati propriamente umani. Vengono lasciati indietro sempre più velocemente e il fenomeno diventerà globale se e quando il mondo in via di sviluppo inizierà a raggiungere lo stesso livello economico dei paesi industriali. Nelle società più intensamente tecnocratiche, come quelle di certi paesi asiatici, in cui il successo nella vita è quasi completamente determinato dalla capacità di superare una serie di ostacoli scolastici oltremodo difficili, non avere una grande intelligenza dev'essere davvero molto arduo. Una soluzione, naturalmente, consiste in un enorme miglioramento della qualità dell'istruzione. In qualsiasi società, un'istruzione migliore potrebbe far raggiungere un QI medio a una buona percentuale delle persone intellettualmente meno dotate. Ma con tutta la buona volontà e le migliori scuole del mondo, qualcuno resterà sempre indietro.

Chi non è tanto intelligente viene deriso, è meno sano, può scegliere tra un numero più limitato di partner, ha maggiori probabilità di essere disoccupato e povero e probabilità ancora più alte di scivolare nel crimine. Vive in una società che non solo lo deride, ma che piazza sulla sua strada tutta una serie di ostacoli ideati deliberatamente in modo da farlo inciampare. É una palese ingiustizia. Quando mai qualcuno se ne occuperà?

Capitolo 5

Che cos'è il lato oscuro?

Verso la fine del 2005, ho avuto il privilegio di esplorare una delle meraviglie del mondo moderno. Sepolto a 100 metri di profondità nei pressi di Ginevra, al confine tra Francia e Svizzera, c'è un tunnel grossomodo circolare lungo circa 27 chilometri. Il tunnel ha pareti rivestite di cemento grigio, un pavimento dipinto ed è largo quasi tre metri. Potrebbe essere un'ottima pista da corsa, anche se immagino che sarebbe un po' snervante correre tra quelle pareti che si curvano sgradevolmente all'infinito in entrambe le direzioni. In effetti, nel tunnel si è svolta qualche gara non ufficiale; un buon tempo per completare il circuito è pressappoco due ore. Un mezzo di trasporto più comune è la bicicletta, o una sorta di monopattino elettrico a due ruote. È stata una vera fortuna poter entrare nel tunnel: ora per un bel po' nessuno potrà più percorrerlo.

Il tunnel fa parte di una delle imprese ingegneristiche più impressionanti della storia, uno strumento scientifico straordinario sia per le dimensioni sia per gli intenti. Al pari dei più grandi telescopi del mondo, che si trovano sui picchi delle Canarie e del Cile, il gigantesco tunnel per la collisione di particelle del CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) è un colosso da molti miliardi di dollari progettato allo scopo di rivelare le realtà più profonde del nostro universo.

In vari punti attorno all'anello del CERN si trovano alcune delle più imponenti realizzazioni ingegneristiche che mi sia mai capitato di vedere: anelli poligonali smisurati, fatti di ghisa grezza russa, acciaio inglese, titanio francese e plastica tedesca, e alcune migliaia di metri di cavi elettrici e condutture. Queste strutture sono grandi e pesanti come intere navi e sono state calate sottoterra in caverne artificiali delle dimensioni di una cattedrale. É un esempio di Grande Scienza. Nel novembre del 2007, dopo qualche cerimonia attorno al pulsante di accensione, queste gigantesche strutture saranno testimoni della prima collisione forzata tra pacchetti di particelle[6]. Protoni e neutroni, i pesi massimi dello zoo subatomico, verranno accelerati nell'anello da giganteschi magneti superconduttori e si scontreranno tra loro a velocità prossime a quella della luce.

Il Large Hadron Collider (LHC) è l'esperimento di fisica più grande e più costoso della storia. Si pone diversi obiettivi, tutti ambiziosi. Uno di questi è trovare la particella di Higgs, un oggetto (o dovremmo chiamarlo campo?) che secondo i fisici pervade l'universo e dà massa a tutte le particelle.

---

[6] Nel giugno 2007 il CERN ha reso noto che a causa di alcuni ritardi e problemi lo start up dell'LHC è stato rimandato al maggio 2008. [N.d.R.]
Nota dello scansionatore: il 10 settembre 2008 lo sturtup ha avuto un grossissimo successo, vedi sito ufficiale: https://lhc2008.web.cern.ch/LHC2008/

Un altro obiettivo è quello di scoprire la natura della materia oscura. È un'ottima cosa che si sia realizzata questa enorme macchina, perché la materia oscura è tra i massimi motivi di imbarazzo per la scienza e la sua natura è uno dei più importanti misteri irrisolti.

A differenza di altri problemi descritti in questo libro, della materia oscura i fisici sanno poco o nulla; in realtà, non abbiamo la più pallida idea né della sua natura né della sua origine. É misteriosa come la coscienza umana. Si pensa che circa il 4 per cento di tutta la "sostanza" dell'universo (massa + energia) sia composto da materia ordinaria e dal comportamento ragionevole, cioè quella che forma i pianeti, le stelle, me che scrivo e voi che leggete. La materia oscura, qualunque cosa sia, rende conto di un altro 22 per cento (quindi nell'universo la quantità di materia invisibile è cinque volte e mezzo superiore a quella della materia visibile). Il resto è composto da energia oscura, una parente ancora più folle e misteriosa della materia oscura, di cui parlerò in seguito.

Sulla natura della materia oscura abbiamo qualche idea, ma niente di concreto. Grazie alla costruzione di enormi acceleratori di particelle come l'LHC, nell'arco di pochi anni, o forse mesi, potremmo passare da uno stato di completa ignoranza alla piena comprensione di uno dei più grandi misteri dell'universo. Sarebbe un risultato straordinario.

Anche se la materia oscura è la "sostanza" di gran lunga più comune dell'universo, in realtà nessuno ha la più pallida idea di che cosa sia. I fisici sperano che le altissime energie generate dalle collisioni all'interno dell'LHC facciano uscire dal loro nascondiglio le particelle che formano la materia oscura. Se mai si riuscirà a comprendere l'energia oscura rimane una questione aperta.

É da molto che la materia oscura mette in difficoltà i cosmologi. Dagli anni Trenta gli astronomi hanno la sgradevole consapevolezza che la quantità di materia visibile nell'universo non è affatto sufficiente per spiegare il movimento delle stelle e galassie che osserviamo.

Nel 1933, l'astronomo svizzero Fritz Zwicky, all'epoca al California Institute Technology (Caltech), analizzando il movimento di un ammasso di galassie scoprì che lo si sarebbe potuto spiegare solo se nella regione in esame si fosse celata una gran quantità di massa invisibile - molto di più di tutta la sostanza visibile, che in massima parte costituisce le stelle. Al giorno d'oggi, tale anomalia è stata rilevata in ogni punto dell'universo che osserviamo. I grandi oggetti visibili nell'universo (le galassie e le stelle che ne fanno parte) si comportano come se fossero circondati da un'enorme quantità di materia invisibile.

La ricerca della materia mancante nell'universo è diventata una delle vicende più appassionanti della scienza e le teorie proposte sono molto numerose. Forse la materia oscura è semplicemente sostanza ordinaria difficile da vedere - rocce, asteroidi, pianeti solitari o stelle nane dalla luce troppo flebile per poter essere rilevati. O forse è fatta di grandi nubi di polvere e gas.

Una parte della materia mancante *è* semplicemente questo, senza dubbio, ma per la maggior parte non può esserlo. Se fosse un tipo di materia ordinaria lascerebbe una traccia inconfondibile sotto forma di una radiazione riflessa di energia

elettromagnetica, che però non è mai stata osservata. Oggi la maggioranza dei fisici crede che la materia oscura sia composta da qualche particella subatomica nuova. La favorita è un'ipotetica particella chiamata assione. Gli assioni, che vennero proposti nel 1977 per semplificare alcune equazioni in cui compariva l'interazione nucleare forte (una delle forze fondamentali della natura), sono buoni candidati come particelle di materia oscura perché hanno una massa molto piccola (ma certamente non nulla), tale da interagire molto poco con la materia.

Una prova lusinghiera dell'esistenza di particelle molto simili agli assioni è stata fornita, nel giugno del 2006, dai Laboratori Nazionali di Legnare dell'iNFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), in Italia, dove un acceleratore di particelle ha generato un leggero spostamento nella polarizzazione di un fascio laser inviato in una regione sotto vuoto spinto in cui era presente un forte campo magnetico. La scoperta è controversa, ma all'inizio del 2007 "New Scientist" ha segnalato un tentativo di convincere i responsabili dell'acceleratore HERA, prossimo alla chiusura, a mantenerlo operativo per cercare di duplicare il risultato, poiché è l'unico acceleratore esistente che potrebbe servire allo scopo. Per il momento, però, la materia oscura continua a essere *terra incognita* per la fisica.

Comunque, c'è anche una buona notizia. Forse ancora non sappiamo che cosa *sia* la materia oscura, ma per lo meno abbiamo individuato dove si nasconde. All'inizio del 2007, Richard Massey e i suoi colleghi del Caltech, hanno pubblicato su "Nature" la prima "immagine" della distribuzione della materia oscura in una regione estesa dell'universo vicino. Non potendo osservare direttamente la materia oscura, ne deduciamo l'esistenza dagli effetti che produce sugli oggetti *visibili*[7].

L'équipe di Massey ha costruito la mappa sulla base di quasi mille ore di osservazioni di circa mezzo milione di galassie, effettuate con il telescopio spaziale Hubble utilizzando la cosiddetta tecnica della lente gravitazionale debole. La materia oscura, benché invisibile e trasparente, esercita una forza di gravità e quindi, come qualsiasi altro oggetto, influenza la luce o qualsiasi altra radiazione che l'attraversi o le passi accanto. In parole povere, se c'è della materia oscura tra voi e la galassia che state osservando, la direzione della luce proveniente da quella galassia verrà deviata leggermente perché la materia oscura si comporta come una lente gigantesca. Il gruppo di Massey ha tracciato la mappa delle alterazioni trovate nelle immagini del telescopio Hubble per stabilire la posizione di queste lenti invisibili.

Il fisico Eric Linder, del Lawrence Berkeley National Laboratory, ha presentato su "Nature" un paragone poetico tra l'analisi di Massey e una vecchia tecnica che si usa qui sulla Terra:

> Così come navigatori polinesiani si accorgono di un'isola che sta al di là dell'orizzonte visivo perché fa deviare la direzione delle onde oceaniche, i cosmologi possono disegnare una mappa della concentrazione di materia non visibile nell'universo grazie alla deviazione gravitazionale della luce proveniente dalle sorgenti che le stanno dietro.

Apparentemente, la materia oscura non è distribuita in modo casuale. É

[7] R. Massey, *Dark Matter Mapped*, in "Nature", edizione on-line, 7 gennaio 2007.

raggruppata in enormi agglomerati a una scala dimensionale maggiore di quella delle stesse galassie. La combinazione dei dati di Hubble con le osservazioni da terra ha prodotto una mappa tridimensionale approssimativa della materia oscura. Sembra formare una sorta di struttura portante su cui è montata la materia visibile dell'universo, le galassie. Gli ammassi di galassie visibili sembrerebbero immersi in vasti raggruppamenti di materia oscura collegati da giganteschi ponti di materia oscura, detti filamenti.

I cosmologi sospettano che all'inizio della formazione dell'universo la materia oscura abbia formato una specie di armatura attorno alla quale si è potuta coagulare la materia "normale". Anche oggi sembra che la materia oscura sia concentrata in galassie fantasma. Alcune osservazioni recenti di "nane sferoidali", piccole galassie fioche rilevate in orbita attorno alla Via Lattea e alla grande spirale di Andromeda, hanno rivelato che sono costituite quasi completamente di materia oscura, poiché la materia ordinaria fu strappata via miliardi di anni fa dalla forza di gravità esercitata dalle due gigantesche vicine.

Quando Edwin Hubble, nel 1920, capì che l'universo è enormemente più grande della singola galassia con cui veniva identificato, che si espande a una velocità mostruosa e che molto probabilmente i confini dello spaziotempo saranno sempre al di là del nostro raggio di osservazione, forse fu il trionfo definitivo della visione copernicana, la retrocessione degli esseri umani e delle loro faccende alla periferia della creazione. Ma la scoperta della materia oscura e, come vedremo, dell'energia oscura spinge il "nostro mondo" ancora più ai margini di ciò che sembra importante. Non solo il nostro piccolo pianeta ruota attorno al Sole, non solo la nostra galassia è una dei tanti milioni di galassie esistenti, ma si scopre anche che queste innumerevoli galassie sono fatte di un tipo di sostanza secondaria che non è che un'aggiunta alla parte più cospicua dell'universo.

Se la materia oscura è *terra incognita*, l'energia oscura corrisponde ai draghi che la popolano. Costituisce i restanti tre quarti della parte mancante di massa-energia dell'universo. Sembra un'idea da fantascienza, degna forse del miglior Asimov, ma sembra proprio che sia reale.

L'energia oscura è uno strano campo di forze che pervade tutto lo spazio, creando una forza repulsiva che sembra essere la causa dell'espansione dell'universo. Einstein fu il primo a ipotizzarne l'esistenza. Lo giudicava un malaugurato baco nelle sue equazioni, il "più grosso errore" che avesse mai commesso. Ma oggi i fisici convengono che per spiegare l'universo che possiamo vedere è necessario qualcosa di molto simile al baco einsteiniano, una forza repulsiva che contrasti la tendenza delle galassie a collassare le une sulle altre a causa della reciproca attrazione gravitazionale.

Anche se Einstein fu il primo ad accennare all'esistenza di un misterioso campo di forze onnipresente, fu solo nel 1989 che gli astronomi si resero conto che l'espansione dell'universo - o per meglio dire l'espansione della trama dell'universo, lo spaziotempo, in cui sono inseriti i superammassi di galassie - in passato era più lenta di oggi e quindi sta accelerando.

La scoperta è avvenuta osservando supernove lontane, che si possono usare come marcatori della velocità di espansione di regioni remote dell'universo, proprio come i

galleggianti di colori vistosi che gli idrologi lanciano nei fiumi per misurare la velocità dell'acqua. Una spiegazione può essere che la gravità operi in maniera differente a scale diverse. Ma oggi l'esistenza di una forma di energia che spinge le galassie ad allontanarsi le une dalle altre è un'ipotesi largamente accettata.

In un articolo pubblicato nel febbraio 2007 su "Scientific American", l'astronomo Christopher Conselice ha fornito una buona descrizione dell'essenza dell'energia oscura:

> É proprio la grande diffusione dell'energia oscura il motivo per cui è stato così difficile riconoscerla. L'energia oscura, a differenza della materia, non è raggruppata in certi punti più che in altri; per sua stessa natura, è diffusa in modo uniforme dappertutto.[8]

Alle piccole scale, l'energia oscura non è certo molto abbondante. Ogni metro cubo di universo ne contiene all'incirca 10^{-26} chilogrammi (in base alla famosa equazione di Einstein $E = mc^2$), che equivalgono più o meno a una manciata di atomi di idrogeno. Tutta l'energia oscura presente nel nostro sistema solare corrisponde alla massa di un piccolo asteroide. Ma l'energia oscura, a differenza di un corpo celeste, è davvero dappertutto. Nel mio salotto ce ne sarà qualche atomo e nella mia testa uno o poco più.

Se c'è qualcosa di cui l'universo non è carente è il volume. Le distanze e gli intervalli di tempo cosmologici hanno dimensioni tali che gli effetti dell'energia oscura sono a dir poco sostanziali. L'energia oscura agisce come un gigantesco scultore cosmico, determinando non solo la velocità di espansione dell'intero universo, ma anche la configurazione dell'"armatura" di scala più piccola a cui si appendono le galassie.

D'altra parte, l'energia oscura ha un effetto trascurabile su qualsiasi oggetto più piccolo di un superammasso. Ad esempio, non sta facendo espandere la nostra galassia (non ancora, per lo meno). A scale dell'ordine di migliaia di anni luce o meno è la gravità a dominare. E solo quando si raggiungono dimensioni dell'ordine di milioni o centinaia di milioni di anni luce che l'energia oscura fa sentire la sua presenza.

Vi sono altre ragioni per cui l'energia oscura potrebbe essere significativa. L'universo "attuale" è molto diverso da quello iniziale. Le galassie di oggi, vale a dire quelle relativamente vicine, sono entità grandi e stabili in confronto agli agglomerati di stelle in violenta collisione osservati quando l'universo aveva la metà dell'età attuale. Pare che la formazione delle stelle sia rallentata.

Sembra inoltre che alcuni degli oggetti più impressionanti dell'universo si siano estinti; non può essere un semplice caso che nell'universo vicino non si trovino oggetti come i quasar e le violente radiogalassie che si osservano a distanze dell'ordine di miliardi di anni luce. Si ritiene che i quasar siano alimentati da buchi neri supermassivi, simili, per lo meno superficialmente, a quelli che si trovano al centro della Via Lattea. Ma il cuore della nostra galassia non è un quasar e il buco

---

[8] C. Conselice, *The Universe's Invisible Hand*, in "Scientific American", febbraio 2007. http://www.sciam.com/article.cfm?chanID=saoo6&colID=i&articleID=i356B82BE7F2-99DF-30CA562C33C4F03C).

nero che vi si trova sembra avere un comportamento ragionevole (per nostra fortuna). Alcuni astronomi scorgono la mano dell'energia oscura nell'evoluzione cosmica osservata.

Disgraziatamente, l'energia oscura non si comporta come tutti gli altri campi di forze. Non è come la gravità (che è generata dalla massa) né come le forze nucleari o elettromagnetiche. Sembra che abbia origine dal nulla, dal vuoto stesso. L'energia del vuoto è uno dei candidati preferiti come energia oscura, ma il problema è che i fisici, quando cercano di calcolare quanta energia dovrebbero produrre le fluttuazioni quantistiche del vuoto, ottengono valori 10^{120} volte superiori a quelli che sembra effettivamente avere l'energia oscura.

Si tratta di un primato piuttosto imbarazzante: oggi per nessun altro fenomeno studiato dalla scienza si presenta una tale disparità fra valori teorici e valori sperimentali. Si sospetta che sia stata proprio l'energia oscura a rendere grande il "Bang" e ad alimentare la stupefacente espansione dell'universo negli istanti immediatamente successivi. Tuttavia, come nel caso della materia oscura, nessuno sa veramente che cosa sia, come sia stata generata e perché da allora, se davvero è stata la sorgente energetica del Big Bang e della successiva inflazione cosmica, la sua intensità si sia tanto attenuata. Inoltre, anche se oggi sembra l'ombra di se stessa, alcuni modelli prevedono che l'energia oscura tornerà a essere una forza dominante dell'universo, tale da eguagliare e persino sostituire la gravità come scultore principale della materia alla scala planetaria e anche a scale più piccole, non solo alla scala cosmologica.

Un giorno l'energia oscura potrebbe diventare talmente forte da smembrare i sistemi stellari, spingendo i pianeti fuori dalle loro orbite, e perfino da ridurre in polvere le stelle e i pianeti stessi. Uno scenario escatologico prevede che l'azione dell'energia oscura potrebbe persino arrivare a fare a pezzi i singoli atomi e frammenti di atomi: l'universo esploderebbe in un "Big Rip", un "grande strappo" che ne distruggerebbe la struttura fisica.

Nel medio termine, noi (o meglio "noi", nel senso di esseri viventi intelligenti in generale, nel caso ne esistessero altri oltre a noi) potremmo avere un motivo per essere grati all'energia oscura, poiché sembra certo che se non altro "salverà" l'universo da uno dei destini più terrificanti che siano stati ipotizzati, il cosiddetto Big Crunch ("grande collasso"), che sarebbe il nostro futuro se un giorno l'attrazione gravitazionale reciproca dovesse averla vinta sull'espansione cosmologica. Ma alla fine saremo comunque preda dell'energia oscura proprio come se il nostro destino fosse necessariamente di rivivere un'incandescente replica del Big Bang proiettata al contrario.

Alcuni scienziati sperano che la materia oscura e l'energia oscura spariscano semplicemente dalle scene. Come molti cercano di dimostrare, entrambe potrebbero derivare da errori sostanziali o interpretativi della fisica quantistica o della relatività. Forse l'energia oscura non esiste e *dovremo* riconsiderare le nostre idee sull'azione della gravità a distanze e scale temporali enormi. Comunque, tanto la materia oscura quanto l'energia oscura stanno dimostrando di essere mostri che si rifiutano di essere domati e nessuna delle due sarà così servizievole da scomparire dalle equazioni: l'opinione prevalente tra i fisici è che l'universo stia sciamando insieme a una

quantità di materia indefinibile pari a miliardi di miliardi di soli e che tutto quanto si stia gonfiando ed espandendo a causa di uno strano campo di forza antigravitazionale che forse un giorno lo farà a pezzi.

La materia oscura e l'energia oscura sono forse l'ultima trovata dell'universo per farci sentire piccoli. La contemplazione dei grandimisteri della natura ha portato l'umanità a costruire macchine gigantesche. Le grandi architetture preistoriche che si trovano nell'Inghilterra meridionale e in Francia erano calcolatori astronomici, i Large Hadron Collider di quel tempo.

È giusto che oggi Hubble, ormai al crepuscolo della vita, sia usato per tracciare la mappa delle enormi fasce di materia oscura che dominano il nostro universo. Hubble l'ha trovata e l'LHC del CERN potrebbe ancora rivelare di che cosa si tratta. É divertente pensare che tra qualche migliaio di anni gli archeologi potrebbero scoprire i resti arrugginiti e fatiscenti degli acceleratori del CERN e domandarsi quale scopo potessero avere, proprio come facciamo oggi con Stonehenge.

Capitolo 6

L’universo è vivo?

Se la materia oscura è strana, la vita è assolutamente bizzarra. Essendo noi stessi vivi, tendiamo a darla per scontata, eppure anche dal punto di vista più elementare e fondamentale che cosa significhi appartenere al mondo degli esseri viventi e non a quello degli oggetti inanimati è qualcosa di stranamente vago e indefinito. Forse la vita è la caratteristica più misteriosa del nostro universo. Il fatto che esista significa che l’universo, quanto meno in un luogo, e forse in innumerevoli altri, ora è consapevole della propria esistenza.

Non sappiamo come, dove né quando sia iniziata la vita. Ignoriamo se sulla Terra sia iniziata una o più volte. Non siamo neanche certi che la vita, la nostra, sia iniziata su questo pianeta o altrove. Non sappiamo se la vita sulla Terra sia un fenomeno unico, raro o straordinariamente comune. Viviamo in un’oasi isolata, in un cosmo pieno di amebe o in un universo del genere Star Trek, pullulante di specie intelligenti? Da ultimo, non abbiamo neanche una definizione operativa vera e propria di che cosa è la vita.

Fino a poco tempo fa tali questioni, piuttosto inspiegabilmente, non erano ai primi posti nell’ordine del giorno della scienza. Nonostante l’esplosione della ricerca biologica nel Novecento, le domande più fondamentali sulla vita sono rimaste stranamente ai margini. Riguardo all’origine della vita, ad esempio, l’idea che i primi esseri primitivi fossero emersi spontaneamente in una «piccola pozza calda» (un commento buttato là senza enfasi da Darwin in una lettera) veniva considerata dai più come una spiegazione più o meno soddisfacente. L’ipotesi del “brodo primordiale” pareva così plausibile, così altamente credibile, che forse si pensò che la cosa migliore fosse non approfondire la questione.

Fino a poco tempo fa anche formulare ipotesi sulla vita nello spazio era considerato disdicevole. L’idea degli alieni era stata resa popolare dalla fantascienza, dalle allucinazioni della banda degli UFO e da persone come Percival Lowell e Arthur Clarke, che esplorarono le terre di confine tra scienza e fantasia. Quando iniziò l’esplorazione seria dello spazio, negli anni Sessanta, la scoperta che i primi mondi esaminati, la Luna e poi Marte, apparivano quasi certamente privi di vita generò la convinzione che la vita aliena non fosse un argomento adatto a scienziati rispettabili.

Oggi la situazione è alquanto diversa e il tema della natura e dell’origine della vita è uno dei problemi più scottanti della scienza. Le tante scoperte sorprendenti realizzate dagli astronomi negli ultimi anni sembrano rendere la possibilità della vita aliena molto più verosimile di quanto fosse anche solo vent’anni fa.

Ovunque si cerchi, si trovano sostanze chimiche "biogeniche" strettamente associate alla vita, da elementi semplici come il carbonio a molecole organiche complesse come gli amminoacidi. Grazie alla spettroscopia riusciamo a individuare molecole come l'etanolo in polveri e nubi gassose remote e analizzando le meteoriti scopriamo composti molto più complessi che potrebbero essere i precursori della vita stessa. Se bastano le reazioni chimiche giuste perché la vita cominci e un bel pianeta caldo perché possa proseguire, la conclusione inevitabile è che la vita è dappertutto.

L'origine della vita sulla Terra continua a essere un mistero che provoca un certo imbarazzo. Se fosse una questione religiosa, l'analogia migliore sarebbe il Secondo Avvento. Uno dei dogmi fondamentali della fede cristiana, il ritorno di Gesù Cristo, oggi viene più o meno ignorato dalle chiese tradizionali, benché nei primi tempi fosse una questione molto dibattuta.

A quanto pare, fino a poco tempo fa accadeva qualcosa di molto simile anche con la biogenesi. La maggior parte dei libri di testo sembrava ignorare o minimizzare il problema, un po' come fece lo stesso Darwin, ipotizzando che i processi biochimici spaventosamente complessi che sono necessari alla vita si fossero in qualche modo autogenerati in quella piccola pozza calda. Basta prendere una manciata di sostanza carbonacea appiccicosa (senza chiedersi troppo da dove arrivi), aggiungere un po' di fuoco e di zolfo dal vulcano più vicino, inserirvi rapidamente metano, idrogeno e smog carbonioso e completare la ricetta colpendo il miscuglio con una scarica di fulmini ed ecco pronto il nostro protozoo!

Questo forse si potrebbe definire come lo scenario di Frankenstein. Altre possibilità per l'inizio della vita sulla Terra si possono riassumere nell'ipotesi delle rocce profonde e calde, secondo la quale la vita ebbe inizio o sottoterra o intorno a camini vulcanici sottomarini, in presenza di abbondanti sostanze nutrienti. Poi c'è l'ipotesi che la vita provenga dallo spazio. Tutte hanno i loro appassionati, tutte presentano argomenti indiscutibili e tutte hanno qualche grave difetto. Potrebbero essere tutte sbagliate o, viceversa, potrebbero essere tutte corrette.

Comprendere come ha avuto inizio la vita - e quanto è probabile trovarla altrove - sarebbe decisamente più facile se riuscissimo a decidere che cosa è. Gli esseri viventi sono fatti di materia non vivente; non esiste un "elemento vitale" che infonde una particolare scintilla in tutto ciò in cui si trova. Siamo fatti dello stesso materiale che compone le rocce e il mare, il pianeta Giove e anche la stella Alfa Centauri, tutte cose che, per quanto ne sappiamo finora, non si possono considerare vive.

Allora, che cos'è che rende vivi certi miscugli di atomi perfettamente normali e non certi altri? Gli esseri viventi, se si adotta un punto di vista puramente riduzionista, si possono considerare poco più che cristalli molto elaborati. Ricordo che uno dei miei insegnanti, un uomo molto arido e noioso che viveva nell'universo della matematica e della fisica, liquidava l'intero settore della biologia come «chimica fatta sembrare più importante» e la chimica come «inutile elaborazione della fisica». Gli insegnanti di biologia dicono che qualcosa è "vivo" se può spostarsi, alimentarsi, eliminare sostanze, riprodursi e rispondere agli stimoli. Il guaio è, però, che in realtà questa non è affatto una definizione, ma una descrizione contingente di tutto ciò che vediamo intorno a noi e che tutti giudicano vivo.

La vita deve potersi evolvere per selezione naturale? Molte definizioni della vita lo presumono, ma per quale ragione? Si può benissimo immaginare una biosfera in cui il meccanismo dominante dell'evoluzione non sia la selezione naturale, ma la deriva genetica o qualche altro processo. Che dire poi degli organismi artificiali? Oggi sembra che a un gran numero di persone e aziende manchi solo un'offerta di finanziamento per arrivare a creare una forma di vita sintetica.

Se la creassimo e ne guidassimo l'evoluzione, sarebbe viva? I virus sono vivi? Sono fatti di proteine e DNA, il "materiale della vita", eppure si possono cristallizzare in capsule di Petri. I babbuini e i serpenti, tanto per fare un esempio, non si possono cristallizzare. Una parte della concezione popolare della vita è l'idea che soltanto ciò che è vivo possa pensare, eppure è chiaro che gli esseri viventi per lo più non hanno questa capacità e che alcune cose, come i computer, che forse sono in grado di "pensare" in modo limitato (o che per lo meno lo saranno presto), chiaramente non sono vive.

Allora, che cos'è la vita? Una definizione molto popolare, benché piuttosto superficiale, è: "non sappiamo esattamente che cosa sia la vita, ma possiamo sperare di riconoscerla quando la incontreremo". Definire che cosa intendiamo per vita terrestre è piuttosto difficile, quindi creare una definizione onnicomprensiva della vita che valga in qualsiasi altro luogo (nell'ipotesi che in altri luoghi esista la vita), sarà necessariamente molto più difficile.

Gli scienziati e gli scrittori di fantascienza, dopo tutto, hanno ipotizzato forme di vita basate su ogni sorta di processi chimici bizzarri e di processi fisici ancora più strani. Nel loro affascinante libro sulla fine del tempo, *The Five Ages of the Universe,* Fred Adams e Greg Laughlin hanno immaginato un buco nero intelligente, di nome Bob. É assolutamente plausibile. Altrettanto plausibili sono le forme di vita immaginate da Robert Forward, astronomo gravitazionale e romanziere, che non sono fatte di carbonio né di silicio, bensì di materia neutronica, il materiale notoriamente singolare derivante dal collasso delle stelle (una manciata pesa come una corazzata).

Se la vita dipende dall'organizzazione e dalla complessità (i semi possibili di una definizione), è piuttosto facile immaginare esseri viventi che nascono nella parte interna magnetizzata di una stella, entità assai intelligenti che usano la proprietà quantistica dell'*entanglement, o* gli enormi vortici semipermanenti e in costante evoluzione nell'atmosfera di una gigante gassosa.

Le emozionanti implicazioni di un'eventuale scoperta dell'esistenza della vita al di là della Terra hanno alimentato lo sviluppo della nuova disciplina dell'astrobiologia, che un buontempone ha definito come «l'unica scienza che non ha un oggetto». Gli astro-biologi stanno studiando il postulato che se esiste la vita aliena saremo in grado di identificarla come tale e forse sono proprio loro ad avere il massimo interesse a ideare una definizione operativa sicura della vita.

L'idea che la vita sia qualcosa che riconosceremo quando la incontreremo forse non è molto popolare tra questi studiosi. Nel dicembre 2006, Robert Hazen, docente di Scienze della Terra alla George Mason University, in Virginia, ha dichiarato alla rivista "New Scientist": «A mio parere, è probabile che *non* riconosceremo la vita quando la incontreremo» (il corsivo è mio).

In quello stesso anno, un convegno che si è tenuto negli USA per discutere la

definizione della vita ha prodotto una serie di risposte che vanno dal sublime al ridicolo. Un esperto di molecole lipidiche ha sostenuto, mostrando una certa ristrettezza di vedute, che dobbiamo cercare membrane lipidiche semi-permeabili (che nel genere di vita che conosciamo avvolgono ogni cellula). Un altro esperto di metabolismo ha affermato che la vita ebbe inizio con il primo ciclo metabolico autosufficiente.

Altri studiosi hanno invece sostenuto la necessità di una qualche codifica dell'RNA, mentre un geologo si è mostrato d'accordo con il mio insegnante e ha affermato che in sostanza la vita non è altro che un cristallo autoriproducente molto elaborato. Ecco altre due definizioni: «É viva qualsiasi popolazione di entità che presenti tre caratteristiche: moltiplicazione, ereditarietà e variazione» (John Maynard Smith, biologo evoluzionista), «La vita è una prevedibile proprietà collettivamente autoorganizzante dei polimeri catalitici» (Stuart Kauffman, teorico dell'informazione).Tra altre definizioni più vaghe troviamo «la vita è la capacità di comunicare» e «la vita è un flusso di energia, materia e comunicazione».

Robert Hazen mette in rilievo che la nostra totale incapacità di definire la vita non è affatto sorprendente. Dopo tutto, abbiamo gravi difficoltà a separare i vivi dai non vivi, anche quando si tratta di noi stessi.

Quando abbia inizio la vita nell'utero è un problema estremamente controverso che ha alimentato interminabili dibattiti etici e religiosi. Chiaramente, un ovulo appena fecondato non è un bambino, ma altrettanto chiaramente qualsiasi differenza tra un feto di 35 settimane e un neonato è puramente arbitraria. Infine, e questo è il punto più chiaro, assegnare una data precisa all'inizio della vita rischia di condurci nel territorio della "scintilla magica".

«All'estremità opposta della vita umana», spiega Hazen, «i medici e gli avvocati hanno bisogno di una definizione della vita per garantire un trattamento etico ai pazienti cerebralmente morti o comunque in fase terminale di totale mancanza di reattività». Un secolo fa, la dichiarazione di morte avveniva alla cessazione di alcuni segni vitali: quando il cuore smetteva di battere e quando si interrompeva la respirazione. Oggi, nell'era delle macchine cuore-polmone, delle terapie intensive e di qualche eccezionale risveglio dal coma profondo, la morte sembra essere un processo più che un evento. A quanto pare, la definizione migliore è questa: "sei morto quando i medici non sono più in grado di fare qualcosa per te".

Alla fin fine, una definizione della vita che distingua ogni concepibile essere vivente dagli oggetti inanimati è necessariamente molto vaga. Fare affidamento sull'esistenza di membrane cellulari, dell'autoriproduzione e così via sembra arbitrario semplicemente perché tutti riusciamo a immaginare entità che chiunque giudicherebbe vive, ma che non soddisfano queste definizioni. Gerald Joyce dello Scripps Research Institute ha suggerito una semplice "definizione operativa": «È vivo qualsiasi sistema chimico che possa subire un'evoluzione darwiniana».

Questa definizione, che Hazen approva, sembra comprendere tutte le entità che giudichiamo vive, ma escluderebbe le simulazioni al computer e la coscienza delle macchine, come pure gli organismi artificiali progettati in modo da non poter essere soggetti a un'evoluzione adattativa.

Forse in realtà non esiste una linea di separazione netta tra un "cristallo

intelligente" e un organismo che definiremmo vivente. L'ipotesi preferita da Robert Hazen è che la vita sulla Terra sia iniziata sotto forma di un sottile rivestimento molecolare della superficie delle rocce, un nuovo tipo di minerale complesso capace di diffondersi e di crescere un poco come i licheni (anche se indubbiamente non si trattava di un lichene) in base alle sostanze nutrienti a disposizione.

Se vogliamo avere qualche probabilità di trovare la vita al di là del nostro pianeta, sarà necessario disporre di una sua definizione decente. Com'è ovvio, la vita potrebbe far avvertire la sua presenza in modi oltremodo evidenti. Ma quando si presume che gli omini verdi, i marziani che brandiscono armi a raggi e gli umanoidi logici con le orecchie a punta siano, in termini galattici, una rarità, probabilmente si tocca una questione molto più sottile.

Alla fine potremmo scoprire che, come sospetta qualcuno, la vita è fondamentale. La vita potrebbe essere antica, molto antica, e forse i suoi precursori si formarono non molto dopo l'inizio del tempo, molto prima che esistesse un pianeta da poter dominare. Forse la galassia in cui viviamo non somiglia a quella di *Star Trek,* popolata da migliaia di razze aliene dalle fattezze bizzarre che parlano un inglese pomposo, però può darsi che la nostra sia una galassia di mixomiceti (organismi primitivi simili ai funghi) in cui la vita, di solito nelle sue forme più semplici, è incredibilmente comune.

Richard Taylor, segretario della British Interplanetary Society, ritiene che la vita potrebbe essere così comune da essere ospitata in non meno di dieci corpi celesti soltanto nel nostro sistema solare. Se Taylor ha ragione - e senza dubbio non è l'unico a pensarla così - con la scoperta che probabilmente metà di tutte le stelle della nostra galassia è accompagnata da uno o più pianeti (è una probabilità statistica basata sul numero di pianeti extrasolari scoperti grossomodo negli ultimi dieci anni), soltanto nella Via Lattea il numero di mondi abitabili - e abitati - ammonterebbe a decine di miliardi.

Vent'anni fa, pochi scienziati erano disposti a ipotizzare la presenza della vita in altre regioni del nostro sistema solare; questo atteggiamento, prima dell'ondata di scoperte di pianeti extrasolari che iniziò nel 1995, rese molto popolare l'ipotesi della nostra probabile solitudine nel cosmo. Oggi è opinione diffusa che esistano diversi candidati "locali", e non solo Marte, a cui da tempo si attribuisce la probabilità più alta di essere la seconda oasi di vita nel sistema solare. É plausibile che almeno una luna di Giove, un paio delle lune di Saturno e forse una classe completamente nuova di oggetti molto al di là del gelido Plutone ospitino per lo meno qualche forma di vita microbica.

È possibile che i precursori della vita, come i rivestimenti delle rocce di Hazen, siano comuni negli ambienti in cui sono possibili i processi chimici adeguati: non sulla superficie della Luna, probabilmente, ma forse su Titano, il satellite più grande e non più tanto enigmatico di Saturno, dove sporadici impatti di comete e forse ricorrenti cambiamenti climatici concedono brevi periodi di riscaldamento in cui potrebbero avere inizio questi processi chimici "non proprio della vita e non proprio simili a quelli noti".

Trovare tracce di precursori della vita fossilizzati o ancora esistenti in un posto come Titano sarebbe interessante quasi come scoprire la vita stessa, poiché

stabilirebbe un nuovo confine - forse i limiti del non vivente. Sulla superficie di Titano si trovano tutti gli "ingredienti" (ragionando in termini della piccola pozza calda) necessari alla vita - una gran varietà di composti di carbonio appiccicosi e acqua (anche se ghiacciata) - ed è geologicamente attivo, con materiali vari che circolano da sotto la crosta fino alla superficie e all'atmosfera e poi ricadono al suolo sotto forma di precipitazioni, proprio come sulla Terra. Per di più, anche se la superficie di Titano è piuttosto fredda, il sottosuolo potrebbe essere completamente diverso.

Non è impossibile che nell'arco della nostra vita venga scoperta una prova conclusiva della presenza della vita in qualche regione del sistema solare. Il luogo più probabile è Marte, anche se è possibile che salti fuori qualcosa su Europa, una luna di Giove che si pensa possa ospitare un oceano di acqua salmastra al di sotto della superficie ghiacciata, oppure su Enceladus, un altro satellite di Saturno, in cui si è scoperta la presenza di acqua liquida molto vicino alla superficie (la sonda spaziale Cassini ha fotografato spettacolari geyser in eruzione su questa minuscola luna, che ha grossomodo la superficie della Francia).

Marte continua a essere il luogo in cui abbiamo maggiori probabilità di scoprire prove di vita aliena nell'immediato futuro. Com'è ovvio, nessuno si aspetta di trovare omini verdi o i leggendari costruttori di canali, ma alcune scoperte recenti effettuate sul pianeta rosso suggeriscono che potrebbe essere un luogo più predisposto alla vita, anche oggi, di quanto si pensasse quando vi arrivarono le prime sonde spaziali, negli anni Sessanta.

Alla fine degli anni Novanta, una sonda spaziale chiamata Mars Global Surveyor (MGS), che ora purtroppo non esiste più, trasmise immagini di pareti di crateri che mostravano "gole" e "nicchie" lunghe qualche centinaio di metri e larghe qualche decina di metri, che secondo l'équipe che analizzava le immagini inviate dalla sonda potevano essere state prodotte soltanto dall'acqua corrente. Nel corso degli anni si sono scoperte altre gole, oltre a migliaia di strane strisce scure, su tutta la superficie, che secondo alcuni possono essere state generate soltanto dall'acqua corrente e non molto tempo fa.

Poi, nel dicembre 2006, "Science" ha pubblicato un articolo che, utilizzando le fotografie scattate dall'MGS, rivela come sono cambiate le pareti dei crateri a distanza di qualche anno[9]. Le immagini mostrano che tra le rocce sono spuntate nuove gole e gli autori suggeriscono che la causa che produce queste caratteristiche, quale che sia, è in azione anche ora. I giornali hanno pubblicato titoli come *Su Marte scorre acqua* e persino *La NASA ha trovato la vita su Marte?,* rispettando una nota regola giornalistica: ogni qual volta un titolo di giornale pone una domanda, la risposta si dimostra invariabilmente negativa.

Va detto a questo punto che la presenza di alcune gole non significa che Marte sia abitato, neanche da microbi resistenti. Forse troppi scienziati e giornalisti si sono precipitati a considerarlo pieno di vita sulla base di prove che continuano a essere piuttosto inconsistenti. Personalmente, mi sento in sintonia con la concezione del geologo australiano Nick Hoffman, in particolare con la sua ipotesi di "Marte

[9] M.C. Malin, K.S. Edgett, L.V. Posiolova, S.M. McColley ed E.Z. Noe Dobrea, *Present Day Impact Cratering Rate and Contemporary Gully Actìvity on Mars,* in "Science", CCCXIV, 2006, pp. 1573-1577.

bianco", in base alla quale molte delle caratteristiche che si osservano sulla superficie del pianeta non sono state prodotte dall'acqua, ma da anidride carbonica allo stato liquido, ora o in un passato remoto. Secondo Hoffman, «corriamo il rischio di considerare questo pianeta con eccessivo ottimismo».

L'ipotesi che sulla superficie di Marte o poco più sotto esistano, o siano esistite in passato, condizioni capaci, all'occorrenza, di mantenere in vita alcuni dei microorganismi più resistenti che vivono oggi sulla Terra è suffragata, al massimo, da qualche prova indiziaria. Ma nonostante il lavoro di altissima qualità che svolgono, è molto improbabile che una delle attuali generazioni di sonde spaziali robotiche in orbita o sulla superficie di Marte trovi prove concrete di vita. A tal fine, probabilmente sarà necessario raccogliere un po' di materiale marziano e studiarlo qui sulla Terra o *in situ,* sotto lo sguardo attento di occhi umani.

In realtà, può darsi che per questo studio non sia affatto necessario andare su Marte. Marte (e la Terra) sono costantemente bombardati da meteoriti, alcune di dimensioni notevoli, capaci di produrre crateri d'impatto e di lanciare nello spazio grandi quantità di materiale marziano o terrestre alla velocità di fuga.

Un decennio fa ci fu un gran trambusto quando gli scienziati dichiararono che una meteorite (chiamata ALH 84001) scoperta sulle colline Alien, in Antartide, non solo proveniva da Marte, ma conteneva curiose strutture tubulari che alcuni interpretavano come batteri fossili. Da allora, il giudizio su ALH 84001 è cambiato diverse volte; oggi l'opinione preponderante sembra affermare che quelle strutture non siano necessariamente indicative della vita, ma senza dubbio il pendolo oscillerà dalla parte opposta ancora una volta.

Che cosa se ne può ricavare? In primo luogo, se riusciremo a dimostrare che la vita è presente, o è stata presente (le strutture di ALH 84001, qualunque cosa siano, si sono "fossilizzate" molte centinaia di milioni di anni fa), su almeno un altro corpo celeste del sistema solare, dovremmo scegliere tra due conclusioni possibili. La prima è interessante, ma non provocherebbe un cambiamento di paradigma; la seconda ha entrambe le caratteristiche. Il fatto è che forse non sapremo mai quale delle due scegliere.

La prima conclusione sarebbe che la vita nacque in una regione del sistema solare e poi, usando le comete come sistema di trasporto interplanetario, emigrò su altri corpi. Forse, come ha ipotizzato Paul Davies, un famoso fisico inglese che lavora in Australia, la genesi originaria si è avuta su Marte e solo in seguito la vita è emigrata sulla Terra.

Questa possibilità è confortata da alcune prove indirette. Marte, essendo più piccolo, fu meno sottoposto all'infernale bombardamento iniziale che butterò i pianeti e le lune del sistema solare (Marte aveva una gravità più bassa ed era, banalmente, un bersaglio più piccolo). In quella fase iniziale, la vita avrebbe avuto maggiori probabilità di prendere piede e sopravvivere su Marte e non sulla Terra, che era relativamente voluminosa. Inoltre è possibile che, con un'atmosfera più rarefatta e una quantità minore di radiazione solare, l'ambiente marziano di quattro miliardi di anni fa fosse più ospitale di quello terrestre. Se fosse vero, saremmo tutti marziani, come fa notare Davies. La guerra dei mondi sarebbe stata vinta quattro eoni fa.

Forse, al contrario, la vita iniziò sulla Terra e poi si diffuse su Marte. Oppure ebbe

origine sulla Terra o su Marte e da lì si propagò nel sistema solare esterno. Se trovassimo segni di vita sulla superficie o nel sottosuolo di Europa, Enceladus o Titano, si può pensare che si tratterebbe di organismi marziani o terrestri. È anche possibile che la vita sia nata su Titano, poniamo, e poi sia emigrata sulla Terra (anche se forse è improbabile, date le distanze implicate e le basse temperature di Titano). Lo sapremo soltanto se riusciremo a scoprire uno di questi esseri alieni e ad analizzarne il DNA. Se trovassimo una forma di vita marziana e verificassimo che è imparentata con la vita terrestre, si tratterebbe di una scoperta affascinante, che però non potrebbe rivelare che cos'è la vita, come è nata e quanto è comune nell'universo. Vorrebbe dire semplicemente che il sistema solare è pieno di nostri cugini.

Immaginiamo invece di trovare la vita su Marte e di scoprire non solo che il suo materiale genetico non ha la minima relazione con quello terrestre, ma anche che la vita marziana non utilizza affatto il DNA, bensì una sostanza chimica completamente diversa. In questo caso, saremmo obbligati a concludere che nel sistema solare la vita è emersa, in maniera indipendente, almeno due volte.

Ne discenderebbe che, poiché il primo posto in cui siamo andati a cercarla, il più vicino habitat possibile per la vita, ha ospitato una biogenesi indipendente e poiché inoltre questo pianeta è fondamentalmente diverso dal nostro, è probabile che nell'universo la vita sia non soltanto comune, ma onnipresente.

Rimane, però, una terza possibilità, ossìa che la vita sia comparsa sulla Terra non in conseguenza di una sorta di contaminazione incrociata con un altro pianeta vicino (o viceversa), bensì arrivando nel sistema solare da qualche altro posto.

L'idea di *panspermia* fu proposta per la prima volta dal filosofo greco Anassagora; da allora, benché scartata per molto tempo in quanto inverosimile, non è mai finita nella condizione di totale mancanza di rispettabilità scientifica. La panspermia afferma semplicemente che la vita è diffusa in ogni regione dello spazio sotto forma di "semi" o "spore" che si propagano in tutto l'universo.

La *litopanspermia* interplanetaria, una versione debole dell'ipotesi, considera possibile la situazione delineata poc'anzi: la vita potrebbe essere nata, una o più volte, su un certo pianeta del sistema solare per poi diffondersi su altri corpi dell'impero del Sole trasportata da rocce spaziali (o anche da sonde spaziali con cui l'umanità, in tempi molto recenti, potrebbe aver scatenato inconsapevolmente la panspermia in tutto il vicinato). Una versione interstellare più forte ipotizza che la vita possa diffondersi tra due sistemi stellari usando essenzialmente gli stessi mezzi di trasporto, frammenti di rocce strappate alla superficie di un pianeta a causa dell'impatto di una meteora o di una cometa. Una varietà più profonda di panspermia afferma che la vita, o i suoi precursori, permeano lo spazio, forse nella polvere cosmica, oppure avviluppati negli sciami di corpi ghiacciati che probabilmente circondano ogni stella e sono disseminati tra l'una e l'altra. La versione più forte di tutte ipotizza che la vita in realtà sia una proprietà fondamentale dell'universo e debba le sue origini a processi ed eventi che ebbero luogo durante, o appena dopo, lo stesso Big Bang. Secondo questa congettura, la "vita" è fondamentale proprio come, ad esempio, l'interazione nucleare forte o la costante gravitazionale.

Prima di ordinare le ipotesi in base alla loro probabilità di essere corrette, consideriamone le implicazioni. Innanzitutto, l'ipotesi della panspermia in realtà non

spiega come né dove è nata la vita, ma spinge soltanto la data della biogenesi indietro fino a prima dell'inizio della vita sulla Terra. E non si pronuncia sul fatto che la vita sia emersa una sola volta all'inizio dell'universo, oppure molte volte in regioni distinte.

Una delle varianti dell'ipotesi della panspermia sostiene che da qualche parte nello spazio, qualche forma di vita intelligente sta deliberatamente inseminando il cosmo sparando enormi quantità di DNA nello spazio. Neanche questo risolve il problema della biogenesi, e sembra piuttosto assurdo, ciò nonostante è stato preso sul serio da alcuni scienziati importanti, in particolare da Francis Crick, co-scopritore della struttura elicoidale del DNA.

A prima vista, la panspermia sembra un'inutile complicazione di un problema di per sé complicatevi sono, però, non pochi argomenti validi a suo favore, che sono difficili da confutare completamente. Forse la prova più "convincente" è il tempo estremamente breve - per alcuni, sospettosamente breve - che impiegò la vita per svilupparsi sulla Terra dopo la sua formazione. In Groenlandia sono state trovate rocce antichissime, risalenti a circa 3850 milioni di anni fa, che contengono formazioni ferrose a bande che si pensa siano opera di processi di fotosintesi clorofilliana.

Un risultato meno controverso (poiché non è impossibile che questi depositi ferrosi non abbiano un'origine biologica), è la scoperta di *stromatoliti,* resti fossili di colonie batteriche marine - di cui oggi si possono osservare esempi viventi nell'Australia occidentale - che risalgono a 3,5 miliardi di anni fa. Il fatto è che la Terra ha circa 4,55 miliardi di anni e si ritiene che per le prime centinaia di milioni di anni sia stata sottoposta al bombardamento da parte di detriti del sistema solare milioni di volte più frequente e violento di quello attuale.

A intervalli di qualche decina di milioni di anni, la Terra veniva colpita da rocce di dimensioni tali da sterilizzarla completamente. Si ritiene che la Luna abbia avuto origine dal raffreddamento di un'enorme palla di magma liquido che venne lanciata nello spazio in seguito all'impatto di un oggetto grande quanto Marte.

Il punto fondamentale è che ogni forma di vita presente oggi sulla Terra deve discendere da un organismo che venne alla luce dopo l'ultimo caso di sterilizzazione (è del tutto possibile che in realtà la biogenesi sia avvenuta diverse volte, dato che in questo periodo, l'Adeano, che prende appropriatamente il nome dall'Ade, tutte le stirpi furono cancellate dai violenti impatti e in questo caso i nostri fossili più antichi in effetti potrebbero essere quelli di forme di vita aliene). Per lo sviluppo della vita, quindi, non resterebbe molto tempo, al massimo qualche centinaio, o forse decina, di milioni di anni. Per alcuni, non è plausibile. L'universo nella sua totalità è stato "favorevole alla vita", in termini della disponibilità delle sostanze chimiche indispensabili, per un intervallo di tempo molto più lungo. Forse è staticamente più probabile, secondo i sostenitori della panspermia, che la vita "originaria" sia emersa nel corso di questo periodo molto più lungo e non durante l'intervallo piuttosto limitato consentito dalla Terra.

Vi è un altro dato importante, che si può considerare tanto a favore quanto contro la panspermia: la scoperta che la vita sulla Terra può svilupparsi rigogliosamente in una varietà di ambienti molto più ampia di quanto si pensasse un tempo. A scuola ci

hanno insegnato che la vita è quasi impossibile a temperature superiori a circa 6o°.

Oltre questo limite, le proteine si denaturano e il DNA va a pezzi. Oggi sappiamo che alcune specie di batteri non solo sopravvivono, ma prosperano a temperature superiori al punto di ebollizione dell'acqua, raggruppandosi attorno a bocche vulcaniche che si trovano sul fondo dell'Atlantico e del Pacifico, note come *fumarole nere.* Ovunque rivolgiamo lo sguardo troviamo la vita: sotto i ghiacci antartici e (forse il punto più importante è questo) a molti chilometri sottoterra.

Alcune scoperte sembrerebbero dimostrare (anche se vi è ancora dissenso nella comunità scientifica) che alcuni minuscoli organismi, gli ipotetici nanobi, sono in grado di sopravvivere a 10-20 chilometri sottoterra a temperature e pressioni davvero estreme. Un risultato forse più pertinente è la scoperta di spore vitali in granuli minerali che risalgono a centinaia di milioni di anni fa. La vita può tollerare non solo temperature elevate, ma anche livelli di ph estremi, come attesta la scoperta di microorganismi che crescono vigorosamente in sorgenti termali da cui sgorga essenzialmente acido solforico.

La vita, inoltre, può far fronte a condizioni di estremo freddo. Al di sotto delle lastre di ghiaccio polare si è trovato un batterio chiamato *Colwellia* che vive a temperature di −40° e in laboratorio questi organismi si sono dimostrati capaci di sopravvivere alle temperature dell'azoto liquido (−196°), una scoperta che su "New Scientist", all'inizio del 2007, Dirk Schulze-Makuch, un astrobiologo della Washington State University, ha definito «sbalorditiva». Fino a poco tempo fa, si riteneva che il limite inferiore per la vita fosse all'incirca 30° e la scoperta di microorganismi *psicrofili,* che amano il freddo, è stata una vera sorpresa. Tanto per cominciare, dimostra di quali complicati e impressionanti meccanismi siano dotati questi organismi per impedire all'acqua contenuta nelle loro cellule di ghiacciare. Aumentando la concentrazione di sale, il punto di congelamento dell'acqua scende a −50°. Certe proteine gelatinose, chiamate esopolimeri, possono impedire la formazione dei cristalli di ghiaccio che frantumano le cellule. Resta comunque un mistero come *Colwellia,* immersa nell'azoto liquido, possa non solo sopravvivere, ma a quanto pare anche metabolizzare.

Il fatto che la vita possa sopravvivere a temperature così basse in realtà amplia la gamma degli habitat possibili per la vita nell'universo molto più della scoperta di organismi che vivono a temperature elevate. Dopo tutto, gran parte dell'universo è estremamente fredda, non rovente. Alcuni dei luoghi che hanno maggiori probabilità di ospitare la vita nel sistema solare sono i grandi satelliti dei pianeti esterni, dove le temperature sono davvero molto basse.

Se i microbi riescono a vivere a −40°, intere regioni del sistema solare, compresi gli innumerevoli ed enormi sciami di oggetti ghiacciati nella Fascia di Kuiper, al di là di Plutone, appaiono d'un tratto molto più ospitali (si ritiene che all'interno questi oggetti possano essere caldi a causa del calore prodotto dal decadimento radioattivo, anche se in superficie hanno una temperatura di −200° o meno). Dimenticate i dieci possibili rifugi della vita di Richard Taylor; forse nel sistema solare esistono centinaia o migliaia di luoghi in cui i microbi potrebbero riuscire a campare.

La scoperta che la vita è più vigorosa e adattabile si potrebbe interpretare come una prova contro la panspermia, poiché suggerisce che la gamma dei luoghi terrestri in

cui può essere nata la vita potrebbe essere molto più ampia di quanto pensassimo. Può darsi, ad esempio, che l'assunto dell'inabitabilità della Terra durante le prime centinaia di milioni di anni sia da rivedere; se i batteri possono sopravvivere a 20 chilometri sottoterra, forse la vita potè resistere agli attacchi più violenti del periodo Adeano. L'esistenza degli estremofili confonde notevolmente le acque anche quando si considera quale sia l'habitat da considerare "normale" per la vita sulla Terra; sta in superficie, negli oceani e nell'aria, come pensavano tutti (compreso Darwin), oppure esiste una biosfera enormemente più grande nascosta sottoterra, nelle rocce, sepolta nei sedimenti, sotto il ghiaccio o negli strati superiori dell'atmosfera? La vita si è evoluta in superficie ed è emigrata verso il basso, o si è evoluta sottoterra e poi è salita quando il cielo si è rasserenato? È possibile che si sia evoluta in cielo? Forse non lo sapremo mai.

Ma gli estremofili, oltre a suggerire che forse agli inizi la vita ebbe minori difficoltà a prendere piede sulla Terra, indicano anche la possibilità che la vita - i microbi e le spore - sia abbastanza vigorosa da sopravvivere ai rigori dello spazio interplanetario e anche interstellare, come suggerisce l'ipotesi della panspermia. Il freddo dello spazio non rappresenta un ostacolo se un microbo che si è evoluto nel mite clima terrestre può continuare a vivere a 200° sottozero.

Sono tutte prove indiziarie a favore della panspermia, comunque (come lo è presumere che poiché alcuni microbi potrebbero vivere su Marte, allora la vita microbica per tale motivo deve essersi evoluta in quel pianeta). Abbiamo qualche ragione per credere che la vita sia arrivata sulla Terra?

I paladini moderni della panspermia sono stati lo scomparso Sir Fred Hoyle e il suo collega Chandra Wickramasinghe, oggi all'Università di Cardiff. Oltre a essere scettici nei riguardi del Big Bang, Hoyle e Wickramasinghe hanno affermato non solo che la Terra miliardi di anni fa è stata inseminata da forme di vita provenienti dallo spazio, ma anche che oggi sul nostro pianeta continuano a piovere spore attive. Secondo i due fisici, questo fenomeno potrebbe spiegare le epidemie spesso misteriose che affliggono l'umanità. Sulla Terra cadono ogni anno dallo spazio circa 40.000 tonnellate di materiale carbonioso e Hoyle sosteneva che una tonnellata all'incirca è composta da veri e propri batteri o spore batteriche. Nel 2003, all'apice dell'epidemia di SARS in Asia, che uccise molte centinaia di persone, Wickramasinghe scrisse alla rivista medica "The Lancet" sostenendo che il virus responsabile poteva avere origini aliene.

Questa credenza - perché di una credenza si tratta e per di più marginale - nasce dalla scoperta che in un certo numero di oggetti cosmici (all'apparenza) molto poco promettenti, in particolare nelle comete, si trovano grandi quantità e varietà di composti organici (contenenti carbonio) complessi. Gli astronomi, grazie alla spettroscopia, hanno individuato vari tipi di molecole organiche nello spazio, sospese in nubi di gas o protette da grumi di particelle di polvere: la gamma va da composti semplici come il metano, l'acido cianidrico e gli alcoli, compreso l'alcol etilico, a molecole più complesse, come gli amminoacidi, di cui se ne sono trovati più di 70 nelle meteoriti.

In un esperimento effettuato nel 2001, la NASA ha usato una sorta di proiettile ad alta velocità per cercare di riprodurre l'effetto di una cometa ricca di amminoacidi (i

componenti elementari delle proteine) che cade sulla Terra a una velocità di migliaia di chilometri all'ora. Si è scoperto che l'impatto, invece di spezzettare gli amminoacidi, come si presumeva, in realtà li spinge a unirsi formando catene peptidiche, composti polimerici che hanno un livello di complessità immediatamente inferiore a quello delle proteine.

In effetti, troviamo composti aromatici azotati quasi ovunque nello spazio: nelle comete, nelle nubi di polvere interstellare e nell'atmosfera dei pianeti esterni. Questi composti - molecole contenenti carbonio che hanno una struttura ad anello - sono, in generale, gli elementi costitutivi della vita, poiché formano la base di composti biologici complessi come le proteine e gli acidi nucleici.

In un articolo pubblicato su "Science" nel febbraio 2004, la professoressa Sandra Pizzarello e la sua équipe dell'Arizona State University sostengono che la *chiralità* - la tendenza delle molecole a essere levogire o destrogire - delle proteine e degli zuccheri nelle forme di vita terrestri potrebbe essere collegata al materiale meteoritico che ha colpito il nostro pianeta per miliardi di anni[10].

Le condriti carbonacee, un tipo di meteoriti, contengono i composti carboniosi alieni più complessi che si conoscano, tra cui amminoacidi e zuccheri. Sandra Pizzarello ha scoperto che in esperimenti in cui la sintesi degli zuccheri veniva realizzata in laboratorio in condizioni giudicate simili a quelle della Terra primordiale, una pioggia costante di sostanze chimiche con la chiralità giusta (in questo caso, levogire) faceva invertire la chiralità agli zuccheri "indigeni". Ciò non significa che Sandra Pizzarello abbia dimostrato che la vita è arrivata dalle meteoriti, piuttosto che è quanto meno possibile che l'arrivo di meteoriti abbia influenzato in misura profonda l'evoluzione della vita, quale che sia il modo in cui ebbe inizio sul nostro pianeta.

Sappiamo che queste molecole organiche sono presenti nell'universo da moltissimo tempo - senza dubbio da prima che nascesse la Terra. Uno dei candidati principali al titolo di "oggetto più antico della Terra" è una meteorite che si è schiantata in modo piuttosto spettacolare e oltremodo visibile sulla superficie ghiacciata del lago Tagish, in Canada, nel 2.000. I dettagli dell'analisi della meteorite del lago Tagish pubblicati su "Science" nel 2006 hanno rivelato che i granuli di cui è composta sono antecedenti persino alla formazione del Sole[11]. In base a un primo tentativo di datazione, le sferette cave di carbonio, di un diametro inferiore a 250 millesimi di millimetri, trovate nei frammenti della meteorite avrebbero miliardi di anni e sarebbero persino più antiche della nostra stella, che ha 4,6 miliardi di anni. In altre parole, è possibile che all'interno di questi frammenti di roccia si trovino particelle antiche quanto l'universo stesso, contenenti composti complessi, compresi gli amminoacidi, interfogliati con granuli di minerali argillosi.

I minerali argillosi, silicati con una struttura a strati, sono (si ipotizza) possibili "uteri" per la formazione di un qualche genere di entità prebiotica, forse complesse proteine autoriproducenti, oppure precursori degli acidi nucleici. Commentando questo risultato, uno degli investigatori ha dichiarato: «Questi dati rivelano quali tipi

---

[10] S. Pizzarello e A.L.Weber, *Prebiotic Amino Acids as Asymmetric Catalysts*, in "Science", CCCIII, 2004, p. 1151

[11] K. Nakamura-Messenger, S. Messenger, L.P. Keller, S.J. Clemett e M.E. Zolensky, *Organic Globules in the Tagish Lake Meteorite: Remnants o/the Protosolar Disk,* in "Science", CCCXIV, 2006, p. 5804.

di sostanze chimiche sono presenti nello spazio interstellare. È possibile che siano state i semi originari che diedero inizio alla vita».

L'idea che la vita, o quanto meno i precursori chimici della vita, possano essere arrivati sulla Terra trasportati da materiale cometario non viene più considerata assurda. Le comete, corpi celesti profondamente misteriosi, fanno parte di una classe di oggetti ghiacciati onnipresenti che forse circondano ogni sistema stellare e si formano ai margini delle nubi interstellari. Le comete e gli altri oggetti simili della Fascia di Kuiper potrebbero essere gli ambasciatori di un tempo antecedente alla formazione del sistema solare. La scoperta di sostanze chimiche organiche complesse nei frammenti di meteoriti suggerisce con forza che almeno alcuni di quei processi che si presumeva si fossero realizzati nella piccola pozza calda di Darwin potrebbero aver avuto luogo nello spazio profondo, in un tempo in cui l'universo era ancora giovane.

Questo è ciò che sappiamo; da qui in avanti sono solo congetture. Quanto alle "prove" di forme di vita più complesse su pianeti distanti, le discussioni sugli UFO e sugli esseri che li guidano appartengono a un altro filone. Ma si possono fare congetture su scenari bizzarri e meravigliosi proprio come i dischi volanti. Se davvero le origini della vita risalissero alle prime ere della storia dell'universo, ne discenderebbe che la vita può essere una proprietà intrinseca del cosmo?

Le frange più pazze della comunità della panspermia hanno ipotizzato che la vita stessa possa far parte del "principio organizzativo" dell'universo, avendo avuto origine proprio nel Big Bang. Si può considerarla come un'estensione del concetto di "Gaia" - sostenuto dal biologo inglese James Lovelock - che afferma che sulla Terra i processi organici e inorganici si intrecciano in una serie di meccanismi di feedback. In altre parole, la Terra è come è a causa della vita e, viceversa, la vita ha le caratteristiche che ha perché è sulla Terra.

In un articolo pubblicato su "Nature" nel 2004, William Dietrich, dell'Università della California a Berkeley, considera quale sarebbe l'aspetto della Terra se non avesse mai ospitato la vita[12]. Dietrich, dopo aver osservato che «si è scritto molto poco sull'evoluzione della Terra in assenza di vita», ipotizza che la vita sulla Terra abbia potuto avere effetti molto più profondi del semplice cambiamento della composizione dell'atmosfera (l'immissione di ossigeno mediante la fotosintesi) e della formazione delle rocce fossilifere:

> Sulla Terra, i processi descritti dalla tettonica a zolle dipendono da una zona a bassa viscosità del mantello superiore su cui le zolle possono scivolare e si è ipotizzato che questa zona emerga dalle iniezioni di acqua in corrispondenza delle zone di subduzione. [...] È possibile che la comparsa della vita sulla Terra abbia impedito lo sviluppo di condizioni atmosferiche favorevoli all'erosione del vento solare, mantenendo "umido" il pianeta e consentendo la dinamica della tettonica a zolle? La dinamica della Terra è una conseguenza della vita sulla Terra?

[12] W.E. Dietrich e J.T. Perron, *The Search for a Topographic Signature of Life,* in "Nature", CDXXXIX, 2006, pp. 411-417.

Se l'ipotesi fosse corretta, sul nostro pianeta si sarebbe realizzato un evento straordinario. La vita potrebbe aver salvato la Terra dal trasformarsi in un'altra Venere: accumulando gigatonnellate di anidride carbonica nelle loro conchiglie, innumerevoli milioni di miliardi di minuscole creature marine possono aver impedito, nel corso degli eoni, un massiccio aumento di CO_2 nell'atmosfera e il conseguente, incontrollabile, effetto serra, che sembrano essere gli eventi accaduti su Venere. Si potrebbe davvero considerare la Terra, senza tutte le implicazioni spirituali forse inopportune generate dal concetto originario di Gaia, un pianeta "vivo", un sistema biologico, legato agli organismi che vivono sulla sua superficie e al suo interno dalla stessa relazione che lega la conchiglia alla chiocciola.

È possibile che certe proprietà dell'universo siano influenzate almeno in parte dalla presenza della vita? Certamente a un livello fondamentale il principio antropico afferma che l'universo presenta qualche analogia con la favola di Riccioli d'oro, poiché tutto è finemente regolato per essere perfetto per la vita. Le costanti fisiche, la natura della materia, le particelle e così via sembrano essere predisposte in modo da consentire la vita e a quanto pare - il punto importante è questo - se i valori dei parametri si discostassero di poco da quelli osservati l'universo sarebbe indubbiamente privo di vita.

Secondo una teoria proposta dal fisico Lee Smolin negli anni Novanta, una delle ipotesi sulle origini dell'universo - ovvero che sia emerso sotto forma di bolla spaziotemporale in un altro universo creato da un buco nero - suggerisce che gli universi favorevoli alla vita potrebbero essere soggetti a una forma di selezione naturale cosmica; in breve, gli universi capaci di produrre il massimo numero di buchi neri sarebbero i "genitori" più fecondi ed è vero che un universo capace di produrre buchi neri (molte stelle stabili delle dimensioni giuste e di massa giusta) è anche un universo in cui le costanti fisiche permettono l'esistenza del "nostro" tipo di vita.

Questa teoria suggerisce che la vita, se non una proprietà intrinseca dell'universo, è quanto meno fondamentale per comprendere perché il mondo intorno a noi è come è. Un aspetto entusiasmante è che in gran parte è verificabile. Possiamo cercare prove della presenza di forme di vita su altri pianeti e nei detriti che colpiscono la Terra. Se si arrivasse a dimostrare che l'universo è vivo, non solo sarebbe una scoperta eccezionale dal punto di vista filosofico, ma si potrebbe anche allentare un poco la pressione sull'umanità. Forse non scopriremmo quanto è diffusa la vita intelligente, ma almeno sapremmo che, se inavvertitamente dovessimo causare noi stessi la nostra fine, ci sarebbero luoghi in cui il grande progetto della vita potrebbe proseguire. Forse la piccola pozza calda in realtà era un grande mare.

Capitolo 7

Sono la stessa persona che ero un minuto fa?

Che domanda stupida, certo che sono la stessa persona! Ho la stessa pelle, le stesse ossa, la stessa carne. Il punto più importante, dato che com'è ovvio sto parlando della niente, l'essenza di noi stessi, è che ho lo stesso cervello: (più o meno) gli stessi neuroni, le stesse sinapsi, gli stessi vasi sanguigni e tessuti connettivi dentro al cranio. Un'altra considerazione, più profonda, è che ho gli stessi ricordi. Inoltre, a meno che non mi accada qualcosa di preoccupante, come ricevere un colpo violento alla testa, ho l'impressione di un flusso di coscienza continuo.

Più ci rifletto, tuttavia, più mi rendo conto che non sono la stessa persona che ero anche solo un secondo fa. Forse sono composto dagli stessi atomi, ma soltanto approssimativamente. In un solo minuto, ad esempio, metabolizzo all'incirca 4,5 grammi di ossigeno - vale a dire circa un milione di miliardi di atomi ogni 60 secondi. Diverse migliaia di miliardi di molecole di anidride carbonica lasciano i miei polmoni e altrettante saranno assimilate dai prodotti della digestione. In breve, la chimica cellulare che mi fa funzionare è una giostra continua di scomposizione e di sintesi. Al livello molecolare e atomico, non sono *esattamente* la stessa persona che ero un minuto fa.

Quarant'anni fa potevo vantare diritti su circa il 10 per cento della mia massa attuale e da allora grossomodo ogni atomo del mio corpo è stato sostituito. Fra altri quarant'anni, se vivrò tanto a lungo, sarò altrettanto diverso da come sono oggi. E non è soltanto la struttura materiale del mio corpo che cambia, ogni anno, ogni ora, ogni secondo. Sono sempre in movimento, in modo costante e inarrestabile. Anche rimanendo quanto più possibile immobile, ruoto comunque a più di 700 chilometri all'ora intorno all'asse terrestre e a più di 100.000 intorno a quello del Sole. Ogni microsecondo occupo un pezzetto di spaziotempo diverso. La mia composizione e la mia posizione cambiano di continuo. Se ha senso definirmi, sono un insieme imprecisato di carne e ossa che va in giro sostenendo di essere me.

Il concetto di sé, insieme alla continuità dell'esistenza, è un ben noto problema filosofico. Alle sue radici sta la spinosa questione della coscienza, la misteriosa sensazione di consapevolezza di sé che non ha ancora trovato spiegazione. L'uso pratico dell'identità è qualcosa a cui oggi pensiamo più di quanto si sia mai fatto in precedenza. La nostra è un'epoca in cui i governi, per temibili "interessi di sicurezza", vogliono prenderci le impronte digitali, fotografarci l'iride, trasformare in un codice a barre i nostri dati "biometrici" e inserirlo in un database contenente ogni nostro movimento, catturato dalle telecamere a circuito chiuso e dalle reti presenti nel cyberspazio.

In tal modo la nostra identità viene banalmente ridotta a un flusso di numeri. Con l'avvento dell'accesso a internet ad alta velocità, milioni di persone si stanno creando una seconda identità (e anche una terza e più) nel mondo on-line - un fenomeno previsto infinite volte sin dalla nascita di internet, trent'anni fa, ma che si sta realizzando soltanto adesso.

Oggi milioni di persone "vivono" in mondi elettronici come Second Life e dedicano notevoli quantità di tempo, fatica e denaro a far finta di essere qualcun altro e a vivere una vita artificiale. Probabilmente questa tendenza proseguirà e gli alter ego si moltiplicheranno.

Torniamo alla realtà. Stabilire un concetto di identità è importante sotto vari profili. I tribunali, come mai prima d'ora, riconoscono che l'imputato, pur avendo lo stesso corpo, può non essere più la stessa persona che ha commesso il reato. La follia, una malattia fisica o una lesione profonda possono creare una nuova persona. Questo fenomeno è riconosciuto da molto tempo. Ma quanto più la scienza accresce la nostra comprensione della mente (che di certo per il momento non è granché), tanto più siamo obbligati a considerare la possibilità che la continuità dell'esistenza sia un'invenzione.

Al giorno d'oggi, uno schizofrenico che commette un assassinio non viene condannato a pene detentive. Fra quanto tempo un uomo accusato di un crimine che ha commesso 40 anni prima, quand'era un ragazzo, potrà ragionevolmente sostenere di non essere più la stessa persona ed evitare in tal modo la punizione? Definire con precisione che cosa intendiamo per identità ha profonde conseguenze per il trattamento riservato ai criminali e agli anziani e per come consideriamo noi stessi. La scienza può far luce sulla questione? E stabilire che cosa intendiamo con i termini "identità" e "sé" ha qualche attinenza con l'arduo problema della coscienza?

Esistono due punti di vista diversi sull'identità. Il primo, quello della "scienza popolare", presume che esista un'"essenza interiore" dell'individualità, un "ego" che è costante nel tempo. La maggior parte di noi pensa all'identità in questo modo. Io sono la stessa persona che ero da bambino e continuerò a essere la stessa persona fino al giorno in cui morirò. Sì, il mio corpo cambia, ma esiste una qualche "essenza di me" che rimane costante. Il problema però, per quanto consolante e coerente sia la teoria dell'ego, è che non può essere vero. Non letteralmente.

L'altra prospettiva - l'idea che siamo un "gomitolo" di stati mentali che ruzzola giù per la strada del tempo, come i cespugli secchi che rotolano nel deserto sospinti dal vento - contraddice quasi tutto ciò che riteniamo vero di noi stessi. Non siamo ciò che pensiamo di essere. La nostra vita è una serie di esperienze collegate, ma al centro non c'è una singola entità che ha realmente queste esperienze. É un punto di vista inquietante, anzi angosciante. Ne discende che in realtà non esiste un sé. É la continuità dell'esistenza è un'illusione (anche se la coscienza di queste esperienze non è un'illusione). Prima di poter considerare che cos'è a generare l'esperienza di una serie infinita di "adesso", dobbiamo seppellire la vecchia teoria dell'ego e uccidere il fantasma nella macchina.

Il problema, se vogliamo prendere in considerazione l'esistenza di un'"anima", è che dobbiamo descrivere che cos'è, come nasce e come interagisce con la materia ordinaria, cioè con le cellule del nostro cervello. Non abbiamo alcuna possibilità di

farlo né prove dell'esistenza di un tale fenomeno. Oggi la scienza rifiuta l'idea di anima, anche sulla base del rasoio di Occam. Invece di credere che un'anima (della cui esistenza non abbiamo prove) usa il cervello per pensare, è molto più semplice credere che sia il cervello stesso a generare l'esperienza di questi pensieri.

Il filosofo Derek Parfit ha chiarito in modo efficace che cosa significa realmente il concetto di sé nella scienza popolare. In *Ragioni e persone,* del 1986, Parfit lo analizza mediante una serie di eleganti esperimenti mentali basati sul teletrasporto. I teletrasportatori, come le macchine del tempo, sono congegni utili, non solo nei romanzi di fantascienza, ma anche perché, ancor prima che ne sia mai stato inventato e utilizzato uno, possono servire a realizzare interessanti esperimenti mentali di ogni genere.

Il classico teletrasportatore della fantascienza può funzionare in due modi diversi. Nel primo, l'oggetto che dev'essere teletrasportato - un essere umano, ad esempio - in qualche modo viene trasportato *in toto* attraverso l'etere fino a destinazione. Queste macchine utilizzano strutture particolari come i cunicoli spaziotemporali, capaci di deformare e incurvare lo spazio consentendo viaggi istantanei dal punto A al punto B. Per quanto interessanti, questi teletrasportatori non sollevano questioni filosofiche importanti. Sono sostanzialmente autocarri, anche se molto strani e intelligenti, poiché l'essenza di ciò che viene trasportato non viene manomessa in alcun modo nel corso del processo, non più di quanto avvenga in un viaggio aereo.

Le questioni interessanti si presentano con il secondo tipo di macchina per il teletrasporto, che smonta una persona e poi la ricompone esattamente come nell'originale da qualche altra parte. Nessuno sa se sia possibile costruire una macchina di questo tipo (in realtà, alcuni risultati sperimentali indicano che un teletrasportatore dovrebbe essere notevolmente più semplice da costruire di una macchina del tempo), ma la sua fattibilità non è importante per il nostro esperimento mentale.

In un certo scenario, appena entro nella cabina del teletrasportatore il mio corpo viene scansito con mirabile precisione.Vanno individuati il tipo e la posizione di ognuno dei miei 7.000 trilioni di trilioni (7.000×10^{24}) di atomi. Come si potrebbe realizzare l'impresa non è affatto chiaro - forse con una tecnica perfezionata di cristallografia a raggi X. La macchina ha anche bisogno di conoscere con precisione lo stato quantico di ogni particella. Alcuni esperimenti recenti, in cui i ricercatori sono riusciti a teletrasportare interi atomi da un punto all'altro di una stanza, suggeriscono che se fosse possibile una macchina capace di funzionare con oggetti di dimensioni maggiori, come una persona, con tutta probabilità sarebbe impossibile completare la scansione (e il successivo trasporto) senza distruggere l'"originale". Il processo di scansione, si spera, dovrebbe essere quasi istantaneo e indolore.

Al passo successivo, le informazioni raccolte dallo scanner devono essere trasmesse a destinazione. Anche per tale problema abbiamo qualche indizio suggerito dagli esperimenti: forse si potrà trovare la soluzione usando una delle bestie più strane del serraglio quantistico, il fenomeno dell'*entanglement,* grazie al quale le proprietà di una particella si possono trasmettere istantaneamente a una distanza arbitraria. Questo sembra violare ogni genere di legge, non ultimo il comandamento "non viaggerai più velocemente della luce", ma i fisici sostengono di aver considerato

ogni aspetto della questione. Per essere fattibile è fattibile, quanto meno nel caso di interi atomi, come è stato dimostrato nel 2004 dal professor Rainer Blatt in Austria e dal suo collega David Wineland negli USA, che sono riusciti a teletrasportare interi atomi da una parte all'altra del laboratorio.

Parfit ha esaminato un certo numero di scenari possibili e tutti hanno implicazioni inquietanti. Se il teletrasportatore funziona come si deve, dalla cabina ricevente esce una mia copia precisa, dotata anche dei miei ricordi. L'originale è stato distrutto. La maggior parte delle persone sarebbe convinta che la macchina ha "funzionato" - che il "me stesso" originale è stato realmente spostato dal punto A al punto B.

Ma è quando la macchina viene messa a punto, o ha un malfunzionamento, che cominciano a venire a galla i problemi. Poniamo che la macchina faccia due copie. Quale delle due è "me"? Mettiamo che l'originale non venga distrutto. Chi può vantare diritti sulla proprietà della mia "essenza"? Se ci si riflette, se ne conclude immediatamente, come fa Parfit, che il teletrasporto è un assassinio. Queste macchine creano semplicemente dei duplicati. Ma poi si può anche concludere, come fa Parfit, che non ha importanza. Il nuovo me non è un impostore anche se il vecchio me è morto. Non è affatto un paradosso, perché il vecchio me comunque viene continuamente distrutto, nel mio cervello.

Basta con il teletrasporto, torniamo al mondo reale. Immaginiamo, ad esempio, che io abbia un terribile incidente stradale, che mi procura una lesione alla testa, così grave che per qualche minuto l'attività del mio cervello è quasi nulla. La fortuna, però, è dalla mia: l'infiammazione si riduce e il chirurgo è molto bravo. Il danno viene minimizzato. Ciò nonostante, rimango in coma profondo per diverse settimane. Non sono sveglio e non penso. Non sogno. Le immagini della risonanza magnetica mostrano che il mio cervello è soltanto carne. Carne viva, ma non carne pensante.

Per fortuna, a un certo punto il corpo inizia a riprendersi. I vasi sanguigni ricrescono, le sinapsi tornano a funzionare. Dopo un mese o due, mi sveglio. Per un po', non sono propriamente me stesso. I miei ricordi sono frammentari e ho difficoltà a rammentare alcuni fatti della mia vita, ma piano piano la memoria torna a essere normale. Aiutato da amici e parenti, ricostruisco minuziosamente il mio passato, riempiendo le lacune nel racconto della mia vita. Passato un anno sto abbastanza bene da tornare al lavoro; dopo un altro anno, a parte qualche brutta cicatrice, sono effettivamente tornato alla normalità.

Ora consideriamo un altro incidente. In questo caso, si tratta di un incidente reale accaduto a un uomo in carne e ossa, di nome Phineas Gage, nel 1848. Gage lavorava alla costruzione di una nuova ferrovia e in quel momento dirigeva la squadra che collocava le cariche esplosive per aprire un varco in un affioramento roccioso. Qualcosa andò per il verso sbagliato e una sbarra di metallo lunga un metro e pesante più di sei chili gli si conficcò nel cranio e nei lobi frontali, regioni fondamentali della materia grigia.

Tutti pensarono che fosse morto, ma qualche strana circostanza gli consentì di sopravvivere. Di più, con il tempo si ristabilì quasi completamente. Ma qualcosa era cambiato. Esistono descrizioni diverse e di recente qualcuno ha gettato l'ombra del dubbio su questa storia, ma a sostenere che la personalità di Gage cambiò in modo piuttosto spettacolare dopo l'incidente furono in tanti. La sua intelligenza e i suoi

ricordi erano in gran parte intatti. Tuttavia, secondo il medico curante e i familiari, l'individuo misurato, gentile e gran lavoratore di un tempo iniziò all'improvviso a finire spesso preda dell'alcol e della collera.

Da ultimo, consideriamo qualcosa dì molto più banale: il sonno. Alla fine di una lunga giornata, prendiamo sonno - è un processo perfettamente naturale che non ha nulla a che fare con le macchine per il teletrasporto né con orribili incidenti stradali né con sbarre di metallo di un metro di lunghezza. Nell'arco di qualche minuto, entriamo in un altro mondo, il regno dell'omino del sonno.

A volte sogniamo, a volte no, però non siamo coscienti, quanto meno non nel modo in cui lo siamo durante il giorno. A meno di non essere molto fortunati, non abbiamo alcun controllo volontario sul soggetto e sulla direzione dei nostri sogni. Il nostro cervello, pur non essendo nello stato di profonda alterazione del coma, nondimeno non è "se stesso" mentre dormiamo. In effetti, "noi" ci siamo spenti per qualche ora, per scopi tuttora non completamente chiari. Quando ci svegliamo, naturalmente abbiamo tutti i nostri ricordi, atomi e così via.

Questi esempi mettono in luce che la natura della nostra esistenza è profondamente enigmatica: che cosa significa essere "me"? E che cosa intendo con il perdurare della mia identità?

Le macchine per il teletrasporto devono distruggermi per fare un duplicato, ma quel duplicato ha gli stessi ricordi dell'originale. Immaginiamo, con un colpo di scena finale, che il teletrasportatore produca la mia copia, però esattamente nel posto in cui ero quando sono entrato. Per giunta, il processo di distruzione-ricreazione si è compiuto in un intervallo estremamente breve, in una frazione infinitesimale di secondo, quindi in molto meno tempo di quello necessario per qualsiasi evento che si realizza in un cervello integro. In realtà sono stato ucciso e ricostruito in meno tempo di quanto impieghi un fotone per attraversare il diametro di un atomo. Me ne accorgerei?

Phineas Gage era un uomo trasformato, ma viveva nello stesso corpo. Quando dormiamo spegniamo parte del nostro cervello, che poi viene rimessa in moto al mattino. Che differenza c'è con il teletrasporto? Chi è colpito dal morbo di Alzheimer perde i ricordi. Vuol dire che perde l'essenza di se stesso? Di norma, una persona non ricorda nulla dei primi mesi di vita. Significa che all'epoca era una persona diversa?

Per capire quanto possa essere elusiva l'identità, consideriamo il caso dei ricordi falsi. Se esiste un'essenza dell'identità, ciò che le si avvicina di più sono i ricordi, tuttavia esiste la possibilità che le persone, involontariamente o deliberatamente, acquisiscano ricordi di eventi che non sono mai accaduti.

Diversi studi hanno rivelato che è estremamente facile creare falsi ricordi. In realtà, molti nostri ricordi sono "falsi", nel senso che non rappresentano con precisione eventi reali che potrebbero essere confermati da testimoni. La maggior parte delle persone ricorda momenti felici e traumi dell'infanzia che possono essere confabulazioni generate da ricordi reali e descrizioni posteriori dei genitori.

Molti scienziati hanno mostrato come sia facile imprimere ricordi falsi e lo studio più famoso è quello della psicologa americana Elisabeth Loftus. Nel *Reconstruction of Automobile Destruction Study,* condotto nel 1974, Loftus ha mostrato che informazioni fornite dopo l'evento possono facilmente modificare i ricordi di un

testimone.

I soggetti, tutti studenti che si erano sottoposti volontariamente all'esperimento, dopo aver visto il filmato di un incidente stradale, dovevano scrivere un resoconto di quel che avevano visto. In particolare, dovevano stimare la velocità delle macchine per rispondere alla domanda: "Qual è all'incirca la velocità delle macchine nel momento in cui *[verbo]* l'una con l'altra?" Il verbo mancante poteva essere uno di questi: "si schiantano", "si scontrano", "urtano", "entrano in collisione", "entrano in contatto".

I ricercatori hanno constatato che quanto più "veloce" era il verbo usato per descrivere la collisione, quanto più elevato era il valore stimato della velocità. Nel caso in cui le macchine "si scontravano", i soggetti in media indicavano una velocità di 13 km/h superiore alla velocità delle macchine che entravano semplicemente "in contatto".

In un secondo studio i soggetti, dopo aver visto la collisione, dovevano indicare se c'erano vetri rotti sul luogo dell'incidente. Quanto più "rapido" era il verbo usato dagli sperimentatori per descrivere la collisione, tanto più probabile era che i soggetti "ricordassero" la presenza di vetri rotti (in realtà, non ce n'erano). Quando veniva usato il verbo "scontrarsi", più di un terzo dei soggetti "ricordava" di aver visto vetri che non c'erano.

L'importanza di questi risultati è evidente. Le conseguenze più ovvie riguardano le prove processuali e le dichiarazioni rese da testimoni a funzionari di polizia. Oggi si riconosce che essere testimoni oculari di un evento non è affatto una garanzia di precisione. É altresì chiaro che il modo in cui il funzionario di polizia o l'avvocato formula una domanda, qualunque domanda, può avere un profondo effetto su ciò che "ricordiamo".

Nella sindrome dei falsi ricordi, il "sé" è alterato in modo ancora più profondo rispetto al caso in cui si ricordano male i dettagli di un incidente stradale. Chi ne "soffre", se questo è il termine giusto, ha un ricordo vivido, ma completamente fasullo, di traumi subiti nell'infanzia, in particolare di abusi sessuali. Secondo un'accusa formulata più volte, alcuni professionisti, ipnotizzatori o psicologi, quando sospettano che il proprio paziente abbia subito una violenza, gli "imprimono" involontariamente questi falsi ricordi, con conseguenze disastrose: a volte i pazienti credono davvero di essere stati violentati da un genitore, le famiglie si disgregano e qualcuno va in prigione.

Negli anni Ottanta e Novanta, finirono sulle prime pagine dei giornali nordamericani ed europei vari processi contro interi gruppi di adulti accusati di aver commesso violenze sessuali sui bambini a loro affidati, nel corso di riti satanici. Nonostante la preoccupante diffusione delle violenze sui minori, le violenze rituali non sono comuni. Ciò nondimeno, le persone coinvolte erano centinaia e molte finirono in carcere.

Le indagini, le cause e i processi che seguirono rivelarono gli straordinari e inquietanti sforzi compiuti da alcuni operatori sociali e psicologi per imprimere ricordi nelle giovani menti. Il trauma delle accuse, che spesso hanno prodotto la disgregazione delle famiglie e procedimenti giudiziari ingiusti, è stato ampiamente documentato; quel che non è stato documentato altrettanto bene è l'effetto di

distruzione del sé per alcuni di questi bambini. Individui con ricordi felici dei genitori e delle persone care sono stati sostituiti da individui infelici che "ricordano" eventi orribili che non sono mai accaduti - e questi disturbi del sé non sono cessati neanche dopo la rivelazione della falsità delle accuse. Per certi versi, si sono creati nuovi individui dal nulla.

Meno serio è lo strano fenomeno dei rapimenti da parte di alieni. É difficile sapere con precisione il numero delle persone convinte di essere state rapite dagli alieni, portate a bordo delle loro astronavi e sottoposte a esperimenti medici spesso umilianti, ma secondo alcune stime si tratta di centinaia o migliaia di persone. Un'indagine sostiene che l'1 per cento della popolazione degli USA (3 milioni di persone) è convinto di essere stato rapito - un dato statistico straordinario, se vero. Non si tratta di un fenomeno esclusivamente americano, ma nell'elenco dei rapiti prevalgono senz'altro gli americani.

A volte le persone hanno ricordi continui e persistenti di esperienze che comprendono il rapimento da parte degli alieni. Di solito, il rapimento viene "rivelato" per mezzo della psicoterapia o dell'ipnosi. Per molti si tratta di un'esperienza fondamentale per capire da quali disturbi nevrotici potrebbero essere afflitti i pazienti e i terapeuti assicurano che il ricordo di essere stati "presi" è catartico e terapeutico.

Naturalmente, non abbiamo alcuna prova del fatto che qualche essere umano sia mai stato rapito dagli alieni, quindi dobbiamo presumere che questi ricordi siano falsi: o queste persone mentono, oppure questi ricordi - falsi frammenti del sé - sono stati impressi nella loro mente da un terapeuta.

Un punto davvero interessante è che il fatto che questi ricordi non siano autentici a quanto pare non ha importanza. I risultati presentati al convegno annuale dell'American Association for the Advancement of Science tenutosi a Denver nel 2003 dallo psicologo di Harvard Richard McNally mostrano che le persone convinte di essere state rapite soffrono di sintomi "reali" come schemi di sonno anomali, «che sottolineano il potere delle credenze basate sulle emozioni».

In gran parte, i "rapiti" hanno molte caratteristiche in comune, a cominciare da un'intera schiera di credenze "secondarie" collegate: credono nella reincarnazione, nella proiezione astrale, nei tarocchi, nell'occulto e così via. McNally la definisce una "ricetta comune". Spesso sono anche soggetti ad allucinazioni e a episodi di paralisi durante il sonno, che di solito sono il motivo per cui si rivolgono a un terapeuta. Di norma, sono i terapeuti a suggerire il rapimento da parte degli alieni come "spiegazione" dei loro sintomi.

Questi ricordi sono diventati reali. I veterani di guerra che hanno vissuto esperienze traumatiche sul campo di battaglia manifestano alcune reazioni psicologiche particolari se vedono il filmato di un combattimento. Hanno un battito cardiaco accelerato, sudano e respirano in modo più veloce e superficiale. Le persone che non hanno mai combattuto non hanno le stesse reazioni. Ma i "rapiti dagli alieni" hanno quasi le stesse reazioni dei veterani del Vietnam quando ascoltano storie di rapimenti e di sgradevoli esperimenti condotti a bordo delle astronavi.

La natura dell'identità, in particolare il perdurare dell'identità, è un problema filosofico classico che è stato discusso abbastanza ampiamente. Ne *La possibilità*

dell'altruismo, il filosofo Thomas Nagel sottolinea che «l'idea di un essere umano che persiste nel tempo è troppo complicata». E conduce ad altri dilemmi. Che importanza dovremmo attribuire al nostro sé passato e a quello futuro? Dovremmo trattarli come entità separate e riservare un trattamento migliore a uno dei due? Sembrano domande strane, ma in effetti la maggior parte di noi fa proprio questa distinzione.

Come fa notare Nagel, dovremmo avere motivo di rammaricarci del fatto che ieri sera ci siamo comportati male alla festa dell'ufficio, non solo perché ne possono discendere conseguenze spiacevoli oggi e in futuro, ma anche per il brutto comportamento di ieri *in sé e per sé.*

La persona che eravamo ieri è diventata la persona che siamo oggi e quel rammarico è un collegamento tra le due. In maniera analoga, dovremmo tener conto della nostra vita futura grossomodo come considereremmo la vita di qualcun altro. Si potrebbe dire che decidendo di iniziare a fumare, o a far uso di eroina, danneggio un futuro "me" che non è veramente quello di oggi. La prima sigaretta non mi ucciderà, e non lo farà la prima iniezione di eroina, ma nell'arco di vent'anni la persona che dichiara di essere me potrebbe avere motivo di pentirsi della decisione presa da me oggi. Diventare dipendenti dalla nicotina, quindi, più che un suicidio è un assassinio.

Queste sono considerazioni di carattere filosofico, ma che cosa può dire la scienza? Come abbiamo visto, l'idea di un'identità unica e continua ha poco senso, se non facendo appello all'esistenza di una specie di fantasma nella macchina, di un'anima vecchio stile - di cui, però, non abbiamo la minima prova. Al contrario, non esiste un "sé", ma solo una serie di configurazioni di informazioni che si possono creare e distruggere più e più volte. Su un numero di "Nature" del 2006, Paul Broks, uno psicologo della Plymouth University, in Gran Bretagna, ha scritto: «Non c'è un sé da distruggere. Ci sono solo configurazioni».

Questo fatto porta a quello che Broks definisce come una netta inversione del modo di pensare tradizionale. «Quanti credono in un'essenza, in un'anima improvvisamente diventano materialisti, temendo la perdita di un corpo originale [in un teletrasportatore, ad esempio]. Ma quanti di noi non condividono queste credenze sono preparati ad accettare la vita dopo la morte del corpo».

Anche senza il trauma di falsi ricordi indotti con l'ipnosi, anche in mancanza di lesioni cerebrali gravi e degli stati alterati prodotti da certi narcotici, tutti avranno avuto almeno due "sé" nella vita. Al congresso annuale dell'American Association for the Advancement of Science tenutosi a San Francisco nel febbraio 2007, Patricia Bauer della Duke University ha presentato risultati che sembrano indicare che gli infanti hanno un "sé" totalmente distinto dalla loro forma adulta. La cosiddetta "amnesia infantile" è un fenomeno sconcertante: perché la vasta maggioranza delle persone è completamente incapace di ricordare qualunque evento avvenuto nel primo anno di vita? Una delle spiegazioni è che gli infanti sono semplicemente incapaci di formare ricordi. Ma Bauer ha registrato mediante sensori elettrici collegati al cranio le reazioni di un gruppo di infanti a un insieme di suoni e immagini, dimostrando che in realtà nel primo anno di vita i bambini formano ricordi pressappoco come fanno gli adulti. Gli infanti esaminati erano capaci di ricordare eventi accaduti da giorni e anche da mesi. Ma a causa dell'immaturità del loro cervello, questi ricordi non

passano nella memoria a lungo termine e svaniscono; il vecchio sé va perduto e ne nasce uno nuovo.

La comprensione del fatto che il sé non è immutabile ha varie conseguenze pratiche e filosofiche. Una volta liberi dalle catene dell'anima, non si è più tenuti a dover pensare al sé come a un'entità inviolabile. La facilità con cui i ricordi possono essere creati (da terapeuti e da avvocati) e distrutti (da una malattia o da un trauma) dovrebbe renderci scettici nei confronti di qualsiasi descrizione di un evento controverso quale un crimine, dove la precisione è, o dovrebbe essere, tutto.

Il nostro sé non solo muore e rinasce ogni secondo a causa dei normali processi del nostro cervello, ma viene anche ampliato, scolpito e riplasmato dalle persone intorno a noi e dal nostro stesso intervento. Ora che è nota la facilità con cui si possono imprimere ricordi traumatici nella mente di un bambino, è molto più raro che le famiglie si disgreghino a causa di accuse false e infondate di violenze rituali.

Oggi è chiaro che il nostro sé, oltre a scomporsi e ricostituirsi costantemente, non è distinguibile dal sé degli altri in modo chiaro come si riteneva: è proprio vero che nessun essere umano è un'isola. Negli anni Novanta, si è scoperta l'esistenza di certe cellule, chiamate "neuroni specchio", presenti nel cervello dei primati (e probabilmente anche degli esseri umani e degli uccelli). Questi neuroni, che si trovano nella corteccia premotoria ventrale, scaricano quando le scimmie eseguono certi compiti e anche quando osservano altri individui che eseguono quegli stessi compiti. Le immagini del cervello umano ottenute con la risonanza magnetica funzionale hanno mostrato la presenza di sistemi simili.

Che cosa significa? Significa che il cervello costruisce un modello del "sé" che sta in qualche modo all'esterno. I neuroni specchio consentono al "sé" di creare un "ponte" verso un altro sé. Le ricerche hanno mostrato che i neuroni specchio contribuiscono allo sviluppo del linguaggio e anche delle reti sociali.

Si è scoperto che i neuroni specchio sono coinvolti anche nello sviluppo di una teoria della mente, essendo necessari per capire (o indovinare) che cosa pensa un'altra persona. É possibile che a causare l'autismo sia un difetto del sistema dei neuroni specchio, poiché in molti casi gli autistici sembrano privi di una teoria della mente. Alcuni ricercatori hanno persino ipotizzato che il sistema dei neuroni specchio sia diverso nei due sessi, avvalorando l'asserzione spesso citata (ma poco giustificata) che le donne hanno la fortuna di avere capacità empatiche più sviluppate rispetto agli uomini.

Il nostro sé è temporaneo, variabile e distruttibile e per di più a quanto pare ce n'è più di uno. Il neuroscienziato Antonio Damasio sostiene che la nostra sensibilità si può suddividere in un sé "nucleare", che reagisce agli stimoli e costruisce un quadro dell'"adesso"nel cervello, e in un sé "esteso" più riflessivo, che dipende dai ricordi e costruisce un quadro di un futuro anticipato. Il malfunzionamento dei meccanismi che danno origine a questi sé possono avere conseguenze profonde. La demenza può distruggere il sé esteso, mentre le lesioni cerebrali (come quella subita da Phineas Gage) possono disgregare il sé primario, lasciando intatti i ricordi, ma «ritarando le macchine dell'emozione e del carattere», per citare Paul Broks.

Lo studio delle condizioni derivanti da alcune malattie consente di penetrare la natura della mente cosciente. Le persone che soffrono di amnesia transitoria di

origine epilettica possono perdere il sé esteso e diventare una massa fluttuante di consapevolezza priva di identità. Chi è colpito da un ictus cerebrale può perdere completamente il senso dell'identità personale ed essere comunque pienamente cosciente e in qualche senso funzionante.

Non siamo gli stessi che eravamo dieci minuti fa, in questo senso la scienza risponde a questa domanda. Non siamo gli stessi neanche da un pezzetto del nostro cervello all'altro. Il nostro sé è definito in misura enorme dai nostri ricordi e tuttavia questi possono essere falsi come un libro di favole.

Ma ciò non significa che il problema fondamentale di spiegare la consapevolezza di sé sia davvero vicino alla soluzione. Più la scienza esplora il cervello, più diventa chiaro che dovremmo abbandonare le idee della "scienza popolare" sul sé e sull'identità e forse anche l'intero concetto del "mistero" della coscienza, che potrebbe avere lo stesso destino del flogisto e della pietra filosofale. Appena capiremo in che modo i processi fisiologici generano una sensazione di consapevolezza di sé, non sarà più necessario invocare questa misteriosa entità. La conseguenza pratica più evidente è che un giorno forse dovremo considerare diversamente il trattamento che riserviamo ai criminali. Può darsi che il concetto legale di una responsabilità che dura tutta la vita debba essere modificato.

Perdere l'anima appare come un'eventualità deprimente, un'altra vittoria del freddo riduzionismo. Per altri versi, tuttavia, è liberatorio. Possiamo davvero vivere momento per momento, perché non abbiamo altra scelta.

Capitolo 8

Perché siamo tutti così grassi... e ha davvero importanza?

L'epidemia di obesità oggi in atto è uno dei fenomeni più straordinari di tutta la storia della salute e del benessere dell'umanità. Non posso essere la stessa persona che ero un mese fa se non altro per l'inevitabile aggiunta di qualche grammo superfluo al mio corpo. I motivi sembrano evidenti, tanto quanto la soluzione.

La piaga dell'obesità, tuttavia, in certi modi sottili è contraria alla logica e divide i nutrizionisti, i medici e gli stessi obesi. Come la coscienza animale, è diventata qualcosa di più di una questione puramente scientifica, e sfiora anche la morale e l'etica. La crisi dell'obesità ha prodotto decine e decine di teorie e mode assurde, facendo la fortuna di altrettante persone disposte a sfruttare la sofferenza di moltitudini oppresse. Nel frattempo, la tecnologia, la cultura globalizzata e i media generano ideali di perfezione e di bellezza che avrebbero fatto vergognare Elena di Troia della sua cellulite. Siamo grassi che vivono in un mondo fatto per i magri.

Le statistiche (naturalmente, se ci credete) sono impressionanti. Oggi sulla Terra le persone che si scavano la fossa mangiando troppo (un miliardo di persone sono sovrappeso, secondo una stima del 2006) sono più numerose delle persone che non hanno cibo a sufficienza (800 milioni di persone soffrono di malnutrizione). In alcune parti del mondo, gli individui in grave sovrappeso sono decisamente superiori di numero agli snelli e anche ai rotondetti. Gli USA, con un 30 per cento di popolazione obesa, vengono spesso citati come la capitale globale del grasso (tenendo poco conto di singolarità come Samoa e Tonga). E il resto del mondo si sta mettendo in pari.

In Gran Bretagna, oggi due terzi degli adulti sono classificati come in sovrappeso e più di quarto come obesi. In Scozia, la percentuale dei bambini obesi oggi supera persino quella degli USA.

Il dato più allarmante è che negli ultimi 30 anni in un certo numero di paesi, compresi gli USA, il Canada e gran parte dell'Europa occidentale, il tasso di obesità infantile e adulta è triplicato o quadruplicato. Uno studio del 2006 del Department of Health ha previsto che nel 2010 vi saranno 12 milioni di adulti obesi e un milione di bambini obesi in Gran Bretagna. Verso la metà del secolo, se si manterranno le tendenze attuali, negli USA quasi tutti saranno sovrappeso e la maggioranza della popolazione sarà clinicamente obesa. I tassi di obesità stanno salendo rapidamente in Asia, in America del Sud e persino in Africa (anche se il più grande problema del continente resta la malnutrizione).

L'obesità è accompagnata da tutta una schiera di problemi ed effetti secondari noti, alcuni dei quali del tutto prevedibili. Essere molto sovrappeso ha un effetto negativo

sulla qualità della vita. Malattie gravi come le cardiopatie e il diabete sono più comuni tra gli obesi. Essere enormemente sovrappeso è pericoloso.

Questa marea di grasso sta influenzando la forma stessa del nostro mondo. Ogni cosa dev'essere leggermente più grande di quanto fosse anche solo venticinque anni fa. I sedili degli autobus, dei treni e degli aerei devono adattarsi ai nostri generosi posteriori. Nei settori in cui possiamo stabilire di quanto spazio abbiamo bisogno siamo diventati giganteschi. Le auto di oggi sono enormi balene in confronto agli eleganti pesciolini del passato. L'auto media in vendita oggi in Europa pesa all'incirca mezza tonnellata più di trent'anni fa. Questo aumento di peso è dovuto anche alla presenza di dispositivi di sicurezza come airbag, parti della scocca a deformazione controllata e vari congegni elettronici di lusso, ma ha molto a che fare con il mero aumento di dimensioni necessario per inghiottire i nostri enormi deretani. Negli USA, il mercato dell'auto, dopo decenni di ridimensionamenti, ha ormai invertito tendenza. Più della metà di tutti i veicoli venduti è composta da autocarri - o SUV - in parte perché, se peso un quinto di tonnellata e mia figlia adolescente pesa più di Mike Tyson, in effetti abbiamo bisogno di un autocarro per andare in giro. La nostra circonferenza ci sta facendo guidare auto più grandi e quindi sta contribuendo al riscaldamento globale.

A prima vista, la storia dell'obesità sembra semplice. Siamo grassi perché mangiamo troppo e facciamo troppo poco moto. Siamo diventati pigri e indolenti, ed essendo così grassi, stiamo mettendo a grave rischio la nostra salute. La maggior parte degli esperti finanziati dal governo avverte che nei prossimi anni si realizzerà una crisi sanitaria legata all'obesità. E le soluzioni sono altrettanto elementari: mangiare di meno, mangiare cibi di qualità migliore e fare più esercizio fisico.

Questa semplice tesi, però, presenta alcuni problemi corposi. Tanto per cominciare, non è affatto assodato che essere grassi sia necessariamente pericoloso per la nostra salute come ci hanno indotti a credere. La biologia dell'obesità si sta rivelando più complicata di quanto si pensasse un tempo; può darsi che non tutto dipenda dalle calorie assunte e da quelle consumate. E la soluzione, se qualche scienziato dissidente ha ragione, potrebbe comportare qualcosa di più che mettersi a dieta.

Certamente l'epidemia di obesità non sembra - finora - danneggiarci quanto si temeva. Nell'agosto 2006, la rivista "The Lancet" ha pubblicato uno studio condotto dalla Mayo Clinic, in Minnesota. Si tratta di un *metastudio* - uno studio delle ricerche pubblicate - che ha analizzato i dati relativi a più di 250.000 pazienti per studiare il collegamento tra peso e salute. I dati statistici sono semplici e i risultati piuttosto conclusivi, quindi, a differenza di molti "studi" controintuitivi che finiscono sulle prime pagine dei giornali, questo probabilmente si può prendere sul serio.

L'équipe della Mayo Clinic ha scoperto che le persone in sovrappeso e a cui era già stata diagnosticata una malattia cardiaca avevano tassi di sopravvivenza significativamente migliori delle persone classificate come "normali". Anche le persone lievemente obese erano in condizioni migliori rispetto ai pazienti con un "più sano" indice di massa corporea (lMC),la valutazione polivalente più comune del peso e della salute. In realtà, solo chi era gravemente obeso era in condizioni peggiori rispetto alle persone nella fascia del peso normale.

Anche se gli scienziati si sono sforzati di evitare di essere citati come sostenitori

del fatto che "essere un po' grassi in realtà è salutare", l'inevitabile conclusione dello studio è questa. In effetti, ciò che i risultati hanno messo più in risalto è la probabile inaffidabilità dell'IMC come strumento per valutare qualsiasi aspetto utile delle condizioni di salute. Dividere il peso in chili per il quadrato dell'altezza in metri produce un numero che potrebbe essere utile tanto quanto la misura del piede se il punto è determinare la probabilità di vivere bene fino a tarda età.

Molti atleti di prim'ordine appartengono alla categoria degli "obesi". Il giocatore di rugby neozelandese Jonah Lomu è probabilmente una delle persone più in forma del pianeta, eppure è ufficialmente obeso, con un IMC pari a 32. I divi di Hollywood Brad Pitt e Russell Crowe sono, rispettivamente, sovrappeso e ai limiti dell'obesità, anche se non c'è nessuna prova che l'uno o l'altro soffrano di qualche malattia legata all'obesità. Di per sé il peso potrebbe essere uno scarso indice dello stato di salute, semplicemente perché gli individui con un'elevata massa muscolare sono relativamente densi (e questo produce un IMC alto), mentre una grande quantità di grasso ha una densità molto inferiore. Oggi molti medici preferiscono usare la semplice misura della circonferenza addominale, che a quanto pare è molto più correlata alle future condizioni di salute. Anche negli USA, poche persone sono estremamente obese (iMC superiore a 40), quindi forse non sorprende che la prevista crisi della salute pubblica e dell'aspettativa di vita finora non si sia materializzata.

Nel 2004, il giornalista americano Morgan Spurlock ha realizzato un film-documentario di grande successo, intitolato *Super Size Me*, in cui lo vediamo mangiare ogni giorno per diverse settimane in un fast food della catena McDonald. Spurlock, che prima di passare a questo regime alimentare era un giovanotto sano e snello, racconta di essere ingrassato notevolmente, di aver subito un forte stress, di aver perso il suo impulso sessuale e, cosa più terribile, di aver iniziato a riportare danni al fegato. Oggi questo film viene citato come prova convincente del fatto che il fast food fa ingrassare e di conseguenza fa anche iniziare a morire.

In realtà, i media sono stati piuttosto acritici nei confronti di *Super Size Me.* Naturalmente McDonald è oggetto di un odio globale ed è un bersaglio facile, se non facilissimo. Un eminente epatologo con cui ho parlato dopo l'uscita del film si è mostrato estremamente sorpreso del fatto che in così breve tempo la dieta di Spurlock avesse avuto quegli effetti sul fegato.

Nel 2006, l'esperimento di Spurlock è stato ripetuto in Svezia, questa volta in condizioni di laboratorio controllate. Fredrik Nyström di Linköping ha fatto seguire a 18 volontari una dieta costituita da porzioni gigantesche - ma non solo di hamburger di McDonald: le istruzioni imponevano di raddoppiare la quantità giornaliera di calorie alimentandosi di junk food e di evitare quanto più possibile l'attività fisica (un altro aspetto del regime di Spurlock).

I ricercatori hanno esaminato ripetutamente i volontari dalla testa ai piedi e hanno usato una nuova tecnica radiografica, la densitometria digitale a raggi X, per misurare con precisione la densità dei muscoli, del grasso e delle ossa; inoltre, hanno sottoposto i pazienti a una batteria di test epatici e di controlli dei livelli di colesterolo nel sangue. In breve, hanno effettuato ogni sorta di esame.

I risultati sono estremamente interessanti. I volontari, come prevedibile, hanno messo su peso, ma in quantità molto diverse da un caso all'altro. Adde Karimi, uno

studente della scuola per infermieri, è ingrassato di soli 4,6 chili, metà dei quali costituti da muscoli - questo dopo un mese a 6600 calorie al giorno e quasi nessun esercizio fisico.

In aggiunta, i suoi livelli di colesterolo in realtà sono diminuiti. Un altro volontario è aumentato del 15 per cento in sole due settimane. «Alcuni sono semplicemente più inclini di altri all'obesità», ha dichiarato Nyström a "New Scientist", che ha segnalato l'esperimento nel gennaio 2007. Un dato interessante è che nel primo gruppo di volontari dello studio svedese nessuno presentava quell'aumento enorme degli enzimi epatici che aveva spinto il medico di Spurlock a fargli interrompere la dieta, anche se alcuni volontari di altri gruppi in effetti hanno manifestato questo segno di danno epatico.

Che cosa insegna questo esperimento? Che certamente non sta tutto nelle calorie assunte e in quelle consumate. E l'affermazione che una dieta ipercalorica a base di fast food fa inevitabilmente ammalare con tutta probabilità non è corretta. Con un regime alimentare identico, alcuni ingrassano molto più di altri.

Il fatto che il collegamento tra la dieta e i livelli di colesterolo sia a dir poco tenue era chiaro da un po'. Ma questo esperimento ha mostrato che forse i nostri pregiudizi su questa sostanza sono proprio da abbandonare: in alcuni volontari svedesi, i livelli di colesterolo si sono abbassati e per di più i livelli del colesterolo "buono", le lipoproteine ad alta densità, sono aumentati. E questo non è l'unico esperimento alla Spurlock condotto di recente; un gruppo di altri esperimenti, in parte prodezze di dilettanti e in parte prove più scientifiche, sembra indicare che il consumo di fast food non basta di per sé a far ingrassare e a rovinare la salute.

La vecchia scusa dei grassoni - "È colpa del mio metabolismo" - potrebbe davvero avere una qualche credibilità, dopo tutto. Le calorie in eccesso devono andare da qualche parte, naturalmente. Nyström sospetta che le persone "naturalmente magre", se esistono, bruciano l'energia in eccesso generando calore; in effetti, ha osservato che i volontari più magri si lamentavano molto di avere caldo e di sudare quando seguivano la dieta ipercalorica.

Per quanto interessanti siano questi risultati, senza dubbio l'obesità è necessariamente legata alla quantità di cibo ingerita. L'obesità è strettamente collegata alla classe sociale e al reddito, specie in Occidente. Ogni sorta di cibo è diventata molto più economica a partire dagli anni Cinquanta e il cibo a buon mercato è diventato (relativamente) più economico che mai: il prezzo della frutta e della verdura fresca, della carne e del pesce di buona qualità è sceso, ma a registrare la diminuzione più forte è stato il prezzo dei prodotti da forno scadenti, dei dolciumi e del fast food di bassa qualità. Negli anni Cinquanta, quando le catene di hamburger iniziarono la loro inarrestabile espansione da un capo all'altro degli USA, un pasto in un fast food costava all'incirca come il salario orario di un operaio. Oggi negli USA si vendono hamburger che costano appena 39 centesimi di dollaro, che con il salario minimo si guadagnano in circa tre minuti. Le calorie non sono mai state così economiche in nessun luogo o epoca da quando abbiamo smesso di essere cacciatori-raccoglitori.

Anche il nostro modo di procurarci le calorie è cambiato. Se fate un giro in un supermarket statunitense, sugli scaffali non vedrete altro che prodotti "dietetici" e "a

basso contenuto calorico". Quel che non vedrete, sulla maggioranza delle confezioni, è l'ammissione che gran parte del grasso eliminato è stato sostituito (come è necessario se il prodotto deve continuare a essere commestibile) con qualcosa che si chiama sciroppo di mais ad alta concentrazione di fruttosio (HFCS), che rimpiazzando il buon vecchio saccarosio è diventato un ingrediente onnipresente nei cibi confezionati americani. Lo sciroppo di mais, economico e facile da produrre in grandi quantità, è stato oggetto di un grande interesse da parte dei media, che l'hanno soprannominato "zucchero del diavolo". È possibile che contribuisca alla crisi dell'obesità.

Il suo uso negli Stati Uniti risale allo stesso periodo - i primi anni Ottanta - in cui ebbe inizio l'epidemia di obesità. Ma non è affatto provato che la responsabilità sia di questa sostanza. É difficile spiegare, ad esempio, perché lo sciroppo di mais dovrebbe far ingrassare più del saccarosio. Forse è un diversivo senza fondamento.

Un altro semplice fattore dev'essere l'avvento dell'automobile. Oggi la benzina costa di meno, in termini reali, di quanto sia mai costata, certamente di meno in relazione ai salari. Anche il prezzo delle auto è più basso. Oggi nei paesi più ricchi anche le persone piuttosto povere si possono permettere di viaggiare in auto, e la maggioranza lo fa.

Negli USA, i tassi di obesità sono più alti nelle città del sud e del sud-ovest dallo sviluppo incontrollato, in cui (oltre all'assoluta mancanza di marciapiedi e alle condizioni climatiche spesso sgradevoli) le distanze tra le abitazioni e i servizi fondamentali sono tali che per andare in qualsiasi posto è necessario usare l'auto. In molte di queste città non si può andare a fare la spesa a piedi neanche volendo. A New York le persone sono più magre che nelle aree urbane del Texas almeno in parte perché in quella città parcheggiare è impossibile e soprattutto perché tutti possono andare e vanno a piedi dappertutto.

Inoltre, ovviamente, il fast food e (in particolare) il fast food poco sano sono sottoposti a campagne di commercializzazione da molti miliardi di dollari, spesso intese a far prendere ai bambini abitudini che dureranno tutta la vita nel periodo in cui sono più condizionabili.

Tutto sommato, in generale abbiamo uno stile di vita più sedentario di qualsiasi epoca precedente. I civili inglesi probabilmente raggiunsero un picco di salute fisica durante e dopo la Seconda guerra mondiale, quando la combinazione di un severo razionamento del cibo e della scarsità di benzina portò la Gran Bretagna ad avere la dieta forse più sana di tutta la sua storia, associata a un programma di esercizio fisico involontario e di massa costituito da lunghi spostamenti in bicicletta e a piedi.

La generazione degli americani cresciuti negli anni Quaranta era in condizioni ancora migliori. I giovani ben piantati - contadini e operai che si nutrivano di carne di manzo e di mais - mandati in Europa per combattere i tedeschi sembrarono superuomini alle popolazioni locali.

Cent'anni fa, la maggioranza dei lavoratori per svolgere il proprio lavoro usava le mani. Oggi la potenza muscolare non è più richiesta. È difficile credere quanto fosse dura la vita anche solo quattro o cinque generazioni fa. Oltre a dover andare sempre a piedi, le faccende domestiche richiedevano ore e ore di lavori sfiancanti; lavorare in una fattoria era ancora più duro, mentre la rivoluzione industriale produceva milioni

di lavori in cui la forza muscolare era molto più importante del cervello. Al giorno d'oggi, la crescita del settore dei servizi in tutti i paesi sviluppati è tale che per la maggior parte delle persone l'esercizio fisico, se ne fanno, è solo quello che fanno deliberatamente.

Probabilmente milioni di occidentali non praticano alcun esercizio fisico, a parte camminare dal parcheggio all'ufficio e viceversa. Nei paesi più ricchi (e in alcuni dei più grassi) la paranoia dei genitori ha prodotto una generazione triste di bambini chiusi in casa di fronte al computer, mentre dovrebbero essere fuori a giocare, e portati in auto dappertutto, mentre dovrebbero camminare o andare in bicicletta per incontrare gli amici e per andare a scuola.

Ma spiegare l'epidemia di obesità non può essere così semplice. In effetti mangiamo un po' di più e facciamo un po' meno moto rispetto, poniamo, alla generazione nata negli anni Trenta, ma la cattiva alimentazione e la pigrizia non sono aumentate in misura notevole dagli anni Ottanta - quando l'epidemia di obesità ha davvero iniziato a scatenarsi. La piaga del grasso è un fenomeno incredibilmente moderno: non risale neanche a una generazione fa. Secondo i Centers for Disease Control and Prevention del governo degli USA,

> nel 1995, la prevalenza di obesità in ognuno dei 50 stati degli USA era inferiore al 20 per cento. Nel 2.000, gli stati con una prevalenza inferiore al 20 per cento erano 28. Nel 2005, soltanto 4 mentre 17 stati avevano una prevalenza maggiore o uguale al 25 per cento e in 3 di questi (Louisiana, Mississippi e West Virginia) la prevalenza era maggiore o uguale al 30 per cento.

Senza dubbio negli anni Settanta il possesso e l'uso di un'auto negli USA non erano diffusi come oggi, ma la differenza non è enorme. Forse l'alimentazione era lievemente diversa, ma oggi gli americani - sorpresa! - consumano meno grassi e molta meno carne rispetto alla generazione precedente (anche se in effetti consumano molti più zuccheri, specie lo sciroppo di fruttosio).

Affermare che certe persone potrebbero essere in grado di mangiare decisamente troppo (e anche di essere molto grasse) rimanendo comunque in buone condizioni di salute è una lieve contestazione dell'ortodossia scientifica, ma suggerire che alcuni possono diventare obesi a causa di un agente infettivo è un'eresia bella e buona. Tuttavia, l'idea che l'obesità si possa contrarre come una malattia si sta dimostrando sorprendentemente difficile da respingere.

L'idea che sia possibile contrarre l'obesità sembra controintuitiva e assurda. Lo sembrava anche l'idea che si potesse contrarre un'ulcera allo stomaco, ma poi il patologo australiano Barry Marshall ha trangugiato un cocktail di *Helicobarter pylori* e ha vinto un premio Nobel per aver dimostrato che è possibile. Oggi si sospetta che certi agenti infettivi causino una folta schiera di malattie, dalla schizofrenia alle cardiopatie, che un tempo erano considerate come conseguenze di fattori ambientali o genetici. Nel 2001, un'équipe della Johns Hopkins University ha scoperto che gli schizofrenici hanno maggiori probabilità rispetto alla popolazione generale di avere una versione attivata di un retrovirus chiamato HERV-W nel loro DNA. Ancora una volta, questo non vuol dire che la schizofrenia sia un'infezione, ma forse indica che

attribuire tale malattia solo ai geni o all'educazione potrebbe essere una semplificazione eccessiva.

E l'obesità? Alcuni medici, capeggiati dal carismatico dottor Nikhil Dhurandhar di Mumbai, che ora lavora al Pennington Biomedical Research Center di Baton Rouge, in Louisiana, ritengono che l'infezione potrebbe essere un fattore della piaga dell'obesità.

I sospetti di Dhurandhar sono rivolti a un tipo di patogeno chiamato adenovirus; vari ceppi sono responsabili di malattie come il raffreddore, la diarrea e la congiuntivite. Alcuni esperimenti condotti sugli animali tra l'ultimo decennio del Novecento e i primi anni di questo secolo hanno mostrato che un certo ceppo, chiamato AD-36, può produrre uno spettacolare aumento di peso nelle scimmie uistitì infettate. Un'altra prova del fatto che i virus potrebbero quanto meno contribuire alle forme di obesità non spiegate si è avuta analizzando il sangue di un campione di abitanti del Wisconsin, della Florida e dello Stato di New York, di cui 313 obesi e 92 magri: gli anticorpi erano presenti solo in quattro dei soggetti magri e nel 32 per cento di quelli sovrappeso.

Per controllare che è il virus a far ingrassare le persone, e non il fatto di essere grassi a far aumentare la suscettibilità all'infezione, Dhurandhar ha esaminato la prevalenza dei tre adenovirus collegati - AD-2, 31 e 37 - non scoprendo alcuna differenza tra la popolazione degli obesi e quella dei magri.

La storia della scienza è piena di tesi spettacolari del tipo "x causa un misterioso Y", di solito formulate da persone carismatiche e altamente qualificate, che a un certo punto svaniscono nel nulla. In generale, il motivo per cui vengono messe da parte è la mancanza di un meccanismo plausibile, ma il dottor Dhurandhar ha una risposta: ha scoperto che a quanto pare il virus ha come bersaglio i precursori immaturi delle cellule grasse, ne modifica il DNA e ne accelera la maturazione.

Non è una di quelle teorie che naufragano sulle coste selvagge della mancanza di plausibilità. Il lavoro del dottor Dhurandhar è stato pubblicato su molte riviste che accettano gli articoli previo parere positivo di un comitato di esperti, compreso 1'"International Journal of Obesity and Obesity Research". «Quando ho iniziato, il mio grado di credibilità, suppongo, era dello zero per cento», dice Dhurandhar. «Oggi forse è del 60-70 per cento». I nutrizionisti tradizionali per la maggior parte sono ancora piuttosto dubbiosi, ma alcuni, come il dottor Iain Bloom, uno specialista di medicina del metabolismo dell'Università di Aberdeen, in Gran Bretagna, appoggiano cautamente la teoria.

Quindi tutto ciò è ancora lontano dalla corrente di pensiero dominante, ma è ben lungi dall'essere una follia. Un aspetto molto interessante è che un altro dei risultati del dottor Dhurandhar suggerisce che l'obesità provocata dall'adenovirus potrebbe essere associata a un'accresciuta sensibilità all'insulina, il che a sua volta suggerirebbe che le persone che diventano sovrappeso potrebbero essere meno suscettibili al diabete rispetto alla popolazione generale. Se si dimostrerà che gli adenovirus sono davvero un cofattore (che probabilmente agisce di concerto con qualche genere di suscettibilità genetica) di un certo "ceppo" di obesità, la conclusione deprimente sarà che anche questa infezione virale, come qualsiasi altra, con tutta probabilità si rivelerà essenzialmente incurabile.

É possibile che l'adenovirus non sia l'unico microorganismo che ci rende obesi. Nel dicembre 2006, "Nature" ha pubblicato un articolo di Jeffrey Gordon e altri ricercatori della Washington University School of Medicine di St Louis, nel Missouri, che hanno scoperto che la flora intestinale di un sottoinsieme di persone obese (e di topi obesi) presentava sottili differenze con i microbi rilevati negli individui normali[13]. Specificamente, erano diverse le proporzioni dei gruppi batterici noti come *Firmicutes* e *Bacteriodetes.* L'équipe di Gordon suppone che i batteri presenti negli intestini "obesi" consentano ai loro ospiti di metabolizzare le calorie con maggiore efficienza, facendo sì che meno nutrienti vadano sprecati nelle feci.

Pertanto è plausibile che si sia evoluto un meccanismo simbiotico di qualche genere per cui i batteri intestinali "favorevoli" ci consentono di trarre il massimo da ogni boccone (un bene in circostanze normali, ma un male dove le riserve di cibo sono illimitate).

Siamo solo all'inizio. Può darsi benissimo che il "microbo che causa l'obesità" sparisca insieme allo Snark. Ma le prove di cui disponiamo oggi indicano che l'espansione delle nostre circonferenze addominali potrebbe essere dovuta non solo alla pigrizia, all'ingordigia e alla prosperità in aumento, ma anche a qualcosa di un po'più complicato. È senza dubbio vero che se tutti muoiono di fame, nessuno è grasso. Però è anche vero che quando il cibo abbonda certe persone, anche se sembrano consumarne una gran quantità, rimangono magre. Per lo più, le contestazioni rivolte all'ortodossia scientifica si rivelano diversioni.

Alcune - molto poche - hanno qualcosa di vero; forse il collegamento tra infezione e obesità appartiene a questo gruppo. Molti aspetti dell'epidemia di obesità hanno certamente bisogno di essere spiegati - il misterioso mantenimento delle condizioni di salute generale e dell'aspettativa di vita, la crescita veloce del fenomeno e in particolare i risultati microbiologici che suggeriscono che all'obesità potrebbe contribuire, oltre alla dieta, all'esercizio fisico e al genoma, anche la pura e semplice sfortuna. «Il grasso è una questione femminista», scriveva Susie Orbach nel 1979. È anche una questione scientifica e le risposte della scienza non si stanno rivelando semplici come previsto.

[13] R.E. Ley, P.J.Turnbaugh, S. Klein e J.I. Gordon, *Microbial Ecology: Human Gut Microbes Associated with Obesity,* in "Nature", CDXLIV, 2006, pp. 1022-1023.

Capitolo 9

Possiamo davvero essere certi che il paranormale sia una sciocchezza?

Come la maggior parte delle persone che si considerano esseri razionali, ho una lunga lista nera di irritanti credenze, concetti e stili di vita che a mio giudizio relegano una persona nel lato oscuro. L'elenco comprende:

- tutte le religioni, che siano organizzate o totalmente caotiche;
- l'astrologia, i cucchiai piegati e altre presunte dimostrazioni di poteri psichici quali la telepatia;
- qualsiasi manifestazione della New Age, compresi i chakra, la canalizzazione, i cristalli e il *chanting;*
- la "saggezza orientale" e la "saggezza antica";
- il potere curativo del canto delle balene;
- l'aromaterapia, il *rebirthing* e la reincarnazione;
- la medicina alternativa, in particolare l'omeopatia e ancor più in particolare l'*omoeopatia;*
- gli oli essenziali;
- qualunque cosa sia ayurvedica o in cui sia coinvolto un guru;
- gli spiriti e le fate, e ancor più i loro mondi.

Collettivamente, tutta questa roba mi fa venire l'orticaria. In verità sospetto che la tipica domanda da bar, "Di che segno sei?", sia un eccellente adattamento darwiniano inserito nelle strategie di accoppiamento degli illusi per segnalare alle persone ragionevoli di tenersi alla larga e proteggere i propri geni.

Nella mia visione del mondo (e nella visione del" mondo della maggioranza delle persone che conosco e amo, che, naturalmente, sono tutte persone ragionevoli e giudiziose come me), si tratta di cose assolutamente prive di senso, frutto della fantasia di coloro che non sono interessati a scoprire quanto è meraviglioso il mondo nella realtà, ma invece desiderano sostituirlo con una sgargiante versione disneyana, dove in fondo a ogni giardino ci sono le fate e nel cielo c'è un omone gentile che fa attenzione a ogni nostra mossa.

È stato particolarmente piacevole quando un professore di psicologia un giorno mi ha detto che in generale credere a cose come l'astrologia e il misticismo è strettamente correlato a una concezione del mondo di destra e molto conservatrice. Splendido, ho pensato: questi pazzi non solo parlano di cose senza senso, ma sono anche una banda di nazisti. Quindi detestarli va più che bene, è quasi un dovere.

Ecco un altro elenco, questa volta di cose in cui credo:

- esistono stelle enormi che collassano per il loro stesso peso e nel cui centro forse si trovano portali verso altri universi;
- è possibile che esista un numero infinito di universi paralleli, ciascuno contenente ogni possibile permutazione nella storia del tempo; credo che sia quasi possibile che esista non solo un universo in cui nel 2.000 Al Gore è diventato presidente degli USA, ma anche un posto più sventurato in cui Hitler ha vinto la Seconda guerra mondiale;
- oggetti come gli elettroni e forse persino interi atomi possono essere in due luoghi diversi allo stesso tempo;
- quando si porta un cronografo a bordo di un aereo di linea che vola sopra l'Atlantico, l'atto di accelerare questo oggetto fino a qualche centinaio di chilometri all'ora lo farà andare un poco più lentamente;
- l'universo ha avuto inizio in un'immensa esplosione dello spazio, della materia e forse anche del tempo e siamo riusciti a stabilire quando è avvenuto tale evento, all'incirca 13,7 miliardi di anni fa;
- l'universo è pieno di una strana sostanza invisibile che non fa assolutamente notare la sua presenza se non attraverso l'attrazione gravitazionale che esercita sulla materia ordinaria; inoltre, sono piuttosto disposto a credere in una mostruosa forza oscura, ancor più misteriosa, che a quanto pare un giorno potrebbe mandare tutto in pezzi.

Che cos'è che rende diversi i due insiemi di credenze? Che cos'è che rende "scientifico" il secondo gruppo e assurdo il primo? Perché credere nell'omeopatia è sciocco, mentre credere nella teoria delle stringhe è del tutto ragionevole e ortodosso? Perché si vince un premio Nobel se si lavora in uno di questi settori, mentre se ci si occupa del primo si è fatti oggetto di scherno?

Per rispondere, occorre considerare che cos'è la scienza. Il rifiuto di convinzioni "eccentriche", come credere nei chakra o nell'omeopatia, non è dovuto al fatto che si tratta di cose intrinsecamente strane, o addirittura misteriose. Dopo tutto, gli esperimenti realizzati dai fisici quantistici hanno mostrato che due elettroni possono inviare "messaggi" l'uno all'altro a una velocità migliaia di volte superiore a quella della luce. Qualsiasi spiegazione di questo fenomeno dell'*entanglement* è legata a ipotesi come l'invio di messaggi a ritroso nel tempo, che è decisamente più strana dell'omeopatia.

No, la scienza non scarta certe convinzioni perché sembrano eccentriche, ma perché sono state controllate sperimentalmente e si sono dimostrate ipotesi carenti. Il metodo scientifico afferma che quando si ha un'idea, la si verifica per controllare se è vera. *Credere* - tranne che nella validità di questo metodo - non ha, o non dovrebbe avere, alcuna parte. E ogni qual volta la scienza ha cercato di verificare l'efficacia dell'omeopatia o l'esistenza della telepatia, ha sempre fallito. La "dimostrazione", quando ne esiste una, dei fenomeni del primo elenco si basa per lo più su aneddoti. E le prove aneddotiche, seppur non sempre del tutto senza valore, in generale sono nemiche della ragione.

Dobbiamo fare molta attenzione, però. É facile scartare un intero insieme di credenze - anzi, un intero sistema di credenze - basandosi non sulle prove, ma sul puro e semplice pregiudizio. Ed è fin troppo facile collegare un certo insieme di credenze (a favore delle quali non esistono prove) con un altro (per cui ne potrebbero esistere) semplicemente perché sembrano in qualche modo simili e tendono ad avere gli stessi seguaci. Le persone che "credono" nella terapia dei cristalli e nei chakra spesso credono anche nell'agopuntura e nella telepatia. Tuttavia, mentre non esiste alcuna prova della realtà dei primi due, ve ne sono molte a favore del fatto che l'agopuntura "funziona" e alcune a favore della telepatia.

Spesso chi crede nel paranormale fa notare che la scienza è del tutto disposta a credere non solo in fenomeni misteriosi (come l'*entangkment),* ma anche in fenomeni che non sono avvalorati da molte prove sperimentali.

Non hanno tutti i torti. Consideriamo, ad esempio, la teoria delle stringhe, l'idea che in essenza l'universo sia composto da innumerevoli e minuscole cordicelle vibranti fatte, forse, di spaziotempo. Ogni cordicella vibra producendo un accordo diverso e questo crea gli elettroni, i quark, i neutrini e tutte le altre particelle di cui siamo fatti. È una teoria bellissima e, almeno per quanto riguarda i concetti più generali, piuttosto semplice e se la scienza ci ha insegnato qualcosa è proprio il fatto che la risposta più semplice molto spesso è quella giusta. Ma questa è giusta?

Dal punto di vista matematico, la teoria delle stringhe (così mi dicono) ha tutte le carte in regola. Quando ho incontrato Lisa Randall, fisica di Harvard e accesa sostenitrice del fatto che la teoria delle stringhe è la miglior candidata possibile come teoria del tutto, la sua passione mi ha davvero impressionato. Persone come Randall vivono in un mondo mentale su cui noi possiamo soltanto gettare uno sguardo pieni di soggezione. Chi siamo noi per dubitare di loro?

In realtà, però, alcune persone di gran lunga più preparate di me nutrono molti dubbi. La teoria delle stringhe, fino a questo momento, non è stata mai confermata da prove osservazionali o sperimentali. E nei suoi confronti si è già sviluppata una forte reazione negativa. Il problema di questa teoria, affermano gli scettici, è che in sostanza *è impossibile da verificare* e questa caratteristica la rende fondamentalmente non scientifica. Infatti, per individuare e studiare particelle di queste dimensioni sarà necessario costruire acceleratori di due o tre ordini di grandezza più potenti di qualsiasi macchina concepita finora.

E lo scetticismo riguardo la "nuova scienza misteriosa" non si ferma qui. Gli universi paralleli sono una soluzione elegante di due grandi problemi scientifici: la descrizione completa degli eventi quantistici e la spiegazione del motivo per cui l'universo appare regolato così finemente per permettere la vita. E tuttavia, proprio come per le stringhe, non abbiamo assolutamente alcuna prova empirica dell'esistenza di universi in cui Hitler ha vinto la guerra o in cui un altro Michael Hanlon in questo momento sta scrivendo un trattato di astrologia felina.

In parte, il motivo per cui la teoria delle stringhe e, ad esempio, l'omeopatia sono state inserite in elenchi diversi è costituito, naturalmente, dai personaggi coinvolti. Le persone che lavorano alla teoria delle stringhe, come i ricercatori che si occupano della materia oscura o quelli che cercano di spiegare la natura e la possibile causa del Big Bang, sono scienziati rispettabili, in effetti persone rispettabili, senza dubbio

molto intelligenti e con anni di preparazione alle spalle.

Questi ricercatori sottopongono i loro risultati a riviste prestigiose dove una squadra di colleghi fa spietatamente a pezzi il loro lavoro, alla ricerca di difetti e di qualsiasi prova di errore o frode. Le loro intuizioni, ipotesi e teorie sono verificabili e fallibili e i loro esperimenti riproducibili ed è questo che ne fa scienziati rispettabili e non ciarlatani.

Qualcuno diventa una celebrità, scrive best-seller e si arricchisce, ma si tratta di casi rari. Alcuni sono individui insopportabilmente egoisti e si comportano da prime donne esattamente come le peggiori dive del mondo dello spettacolo. Ma, di nuovo, sono una minoranza. La maggior parte degli scienziati di primo piano che ho incontrato, compresi alcuni Nobel, sono persone sorprendentemente modeste e molti di loro, forse la maggioranza, trovano imbarazzante e difficoltosa la fama che senza volere si sono conquistati.

Consideriamo ora i personaggi del primo gruppo: spesso sono vestiti in modo ridicolo e snocciolano incomprensibili stupidaggini, per di più chi ha più successo nel proporle sembra avere una vera e propria adorazione per la fama e il denaro. Non è richiesta una grande preparazione per piegare i cucchiai o per intraprendere la carriera di astrologo o di guaritore che usa il potere curativo della preghiera, basta avere un po' di fascino, la scorza dura, una "dote naturale" e una personalità brillante. Spesso queste persone reagiscono molto male quando vengono invitate a sottoporre i loro risultati o le loro qualifiche a un esame critico serio e spesso consultano immediatamente il loro avvocato quando qualcuno suggerisce che potrebbero essere in errore riguardo alle loro credenze.

Il lavoro di queste persone è molto favorito dallo strano clima moderno di scetticismo, per meglio dire di cinismo, nei confronti di qualsiasi affermazione scientifica, un rifiuto del "pensiero moderno" o, meglio, un implicito rifiuto (anche se non viene mai formulato così) di tutto il progetto dell'Illuminismo.

Va citato, infine, il dato di fatto immutabile che, storicamente, anche la scienza più temeraria e di punta in gran parte si dimostra giusta. Credere che su un aereo un orologio vada più lentamente sembra sciocco tanto quanto credere che la posizione del pianeta Nettuno quando siamo nati possa influenzare la nostra carriera e la nostra scelta del partner. Il fatto è, però, che il primo fenomeno si può misurare con grande precisione usando orologi atomici e in effetti si è dimostrato che gli orologi rallentano. D'altra parte, si è anche dimostrato che la posizione di Nettuno, statisticamente, non ha alcuna influenza sull'andamento della nostra vita.

L'idea di materia oscura sembra altrettanto assurda se non ci si rende conto che in effetti elaborati e costosi telescopi e computer consentono di scorgere distintamente nel cielo l'ombra gravitazionale di questa sostanza. Nessuno ha mai pubblicato un articolo su "Nature" descrivendo la propria capacità di piegare i cucchiai o di prevedere il futuro.

É tuttavia in questo modo corriamo il rischio di creare una falsa dicotomia, una barriera non necessaria tra il logico e l'assurdo, che in realtà è una barriera tra due mentalità diverse più che tra il reale e l'irreale. I fenomeni strani, impossibili, bizzarri, o addirittura misteriosi vanno bene a patto che siano "scientifici", ma non se sono semplicemente misteriosi. L'azione quantistica a distanza va bene; gli spiriti no.

La coscienza quantistica è un argomento degno di essere discusso, la telepatia è inaccettabile. La NASA assume al proprio servizio schiere di scienziati per valutare la possibilità dell'esistenza di microbi su Marte, eppure credere seriamente negli UFO vuol dire sconfinare nella follia - e di certo non sarà un punto a vostro favore se avete fatto domanda per essere assunti alla NASA.

Anche se possiamo tutti convenire sul fatto che la terapia dei cristalli e la canalizzazione sono quasi certamente sciocchezze di prim'ordine, che dire dell'ipnotismo e dell'agopuntura? Possiamo essere proprio sicuri che tutta questa roba - roba da pazzi, creduloni e disonesti - vada buttata via insieme all'acqua sporca della mistica e dell'astrologia?

Forse dobbiamo riflettere più attentamente sul punto esatto in cui piazziamo la nostra "grande muraglia" tra il razionale e l'assurdo e magari tenere conto del fatto che a volte potrebbe essere necessario aprirvi qualche varco?

I fondamentalisti direbbero che dedicare trasmissioni radiofoniche e televisive a uno qualsiasi di questi argomenti è un abominio. Ricordo che qualche anno fa un illustrissimo pensatore inglese disse alla radio che non avrebbe voluto avere a che fare con la telepatia anche se si fosse potuto dimostrare, al di là di ogni ragionevole dubbio, che è reale. Una tale scoperta, a suo giudizio, sarebbe insignificante e trascurabile, non rivelerebbe granché che già non si sappia sul cervello e sulla mente, sul funzionamento del mondo e sul nostro posto al suo interno.

Mi dispiace, ma è un atteggiamento che non va bene. Per citare le parole di Brian Josephson, fisico vincitore di un premio Nobel e simpatizzante del paranormale, si tratta di un'«incredulità patologica [...] è come dire: "non ci crederei neanche se fosse vero"».

Invece, se si potesse dimostrare, ad esempio, che la telepatia funziona, sarebbe indubbiamente una scoperta che cambierebbe molte cose. Se scoprissimo che il cervello è capace di comunicare nello spazio vuoto, direttamente e senza l'ausilio della comunicazione orale, questo solo fatto ci consentirebbe di approfondire la nostra comprensione della coscienza umana, della mente e della trasmissione dell'informazione. Ovviamente non ho idea di come possa funzionare la telepatia, se funziona (cosa che dubito), ma non è questo il punto. Forse potrebbe essere collegata a qualche misterioso fenomeno quantistico, forse a una sorta di campo elettrico.

Secondo Richard Wiseman, uno psicologo britannico che studia e commenta la parapsicologia da molti anni, la scoperta che uno qualsiasi di questi argomenti è reale avrebbe un'enorme importanza:

> Il nostro modello scientifico del mondo non cambierebbe di poco se l'astrologia, la percezione extrasensoriale o i fantasmi fossero cose reali. Sarebbe un cambiamento radicale. Ecco perché di fronte a tali argomenti molti scienziati dichiarano immediatamente che non possono essere veri. Dobbiamo ricordare che all'incirca metà del pubblico crede in questi fenomeni, che quindi meritano di essere indagati solo per questo.

La scienza si occupa di saggiare le idee, sottoporle a ogni genere di prova, torcerle fino a eliminare l'ultima possibile anomalia e poi stenderle ad asciugare. Non mi

basta dimostrare che qualcosa è giusto, devo anche mostrare a tutti che cosa ho fatto e altri devono ripetere i miei esperimenti e ottenere gli stessi risultati. Soltanto a quel punto la conoscenza è progredita.

Questo rigore si può applicare in qualche modo allo studio del paranormale? In realtà, sì. Il termine "parapsicologia" indica un gruppo di fenomeni (per ora) ipotetici, tra cui la percezione extrasensoriale (ESP), la telepatia, la chiaroveggenza, la precognizione, la visione a distanza, la telecinesi, la guarigione psichica e i campi morfici.

La caratteristica comune a tutti questi fenomeni è il fatto di essere, quanto meno in linea di principio, verificabili. E in effetti sin dall'ultimo decennio dell'Ottocento si sono compiuti sforzi concertati per scoprire se sono reali, in condizioni controllate, in laboratorio. Alcuni di questi esperimenti, in cui le persone siedono in stanze sigillate e cercano di trasmettere immagini disegnate su cartoncini - cerchi, quadrati, linee ondulate e così via - a un altro volontario che sta in un'altra stanza sigillata, sono diventati piuttosto famosi.

Finora si sono sempre ottenuti risultati alquanto confusi. Individualmente, alcuni studi hanno mostrato qualche effetto statisticamente significativo (vale a dire che i "riceventi" forniscono la risposta "giusta" molto più spesso di quanto dovrebbe avvenire se rispondessero a caso), ma gli scettici fanno notare che se si fa uno "studio degli studi", se si considerano decine o centinaia di singoli tentativi di scoprire fenomeni paranormali, i risultati interessanti scompaiono in un soffio.

Bisogna riconoscere che finora nessuna indagine sulla telepatia ha prodotto risultati che abbiano convinto la scienza tradizionale che esiste realmente qualche effetto interessante. D'altro canto, i parapsicologi sostengono che invece questi metastudi rafforzano la certezza dell'esistenza di qualcosa di interessante.

Forse i più "riusciti" fra i testi dell'ESP sono i cosiddetti esperimenti Ganzfeld, condotti per la prima volta negli anni Settanta del Novecento. I "riceventi" volontari stanno seduti in una stanza insonorizzata, immersi in una luce rossa, con due mezze palline traslucide poste sugli occhi e le cuffie che trasmettono un rumore di fondo. L'idea è creare una "esperienza sensoriale costante", che predisponga alla ricezione di segnali telepatici, nel caso ne arrivino.

Esistono varie versioni di questa metodologia, ma essenzialmente ai riceventi viene chiesto di classificare una serie di immagini a seconda del grado di corrispondenza con i "segnali" inviati dal "trasmettitore", che si trova in una stanza sigillata. Secondo gli sperimentatori, complessivamente le prove Ganzfeld hanno indicato l'esistenza di effetti paranormali al di là di ogni ragionevole dubbio - uno dei dati citati è che la probabilità di ottenere per caso risultati come quelli raggiunti è soltanto di 1 su 29 miliardi di miliardi (29 seguito da 18 zeri).

Da allora, comunque, le metanalisi degli esperimenti Ganzfeld, realizzate da Richard Wiseman e da altri, a quanto pare non hanno rivelato alcun effetto del genere. Qualcuno ha mosso accuse non dimostrate di errori e irregolarità negli esperimenti. Un punto forse più importante è che si è messo in dubbio l'assunto che qualsiasi anomalia statistica sia necessariamente dovuta a un misterioso effetto paranormale; forse si tratta davvero di telepatia, ma forse c'è un errore finora insospettato nel protocollo sperimentale.

Si realizzano esperimenti, se ne discutono i risultati, e la parapsicologia nel suo insieme viene e passa di moda. Cent'anni fa, era ragionevolmente rispettabile (anche Alfred Russel Wallace, il grande protetto di Darwin, se ne occupò a fondo). Poi, agli albori del Novecento, si instaurò una mentalità ispirata dal razionalismo estremo e qualunque genere di ricerca sul paranormale diventò gravemente inaccettabile.

Poi arrivarono gli esperimenti di ESP e ora, infine, il nuovo scetticismo. É pur vero che oggi molte università rispettabili comprendono dipartimenti e istituti di ricerca dedicati alla parapsicologia, ciò nonostante tutto il settore è ancora contaminato dalla sua associazione con i ciarlatani e gli impostori che organizzarono i movimenti spiritualisti dell'epoca vittoriana. Alcuni ritengono che questo abbia creato un pregiudizio irrazionale. Brian Josephson ha accusato riviste tradizionali quali "Nature" e "Science" di censurare completamente qualsiasi articolo sulla telepatia, sulla telecinesi e su altri argomenti simili. Mettiamola così: manifestare interesse per gli effetti paranormali non farà affluire finanziamenti per le ricerche.

Gli scienziati hanno una naturale tendenza a diffidare delle idee che non appartengono all'insieme delle loro conoscenze. É diffusa la sensazione, ad esempio, che la parapsicologia in parte sia "posseduta" da persone che non appartengono al settore tradizionale della psicologia. Ciò potrebbe spiegare un risultato notevole e illuminante che risale al 1979, quando una ricerca condotta su più di mille docenti universitari americani rivelò che la maggior parte (55 per cento) dei docenti di scienze naturali, una larga maggioranza (66 per cento) di quelli delle scienze sociali e una percentuale ancora più alta (77 per cento) dei docenti di arte erano disposte ad accettare che l'ESP fosse quanto meno una possibilità degna di essere studiata. L'unico gruppo che espresse un estremo scetticismo fu quello degli psicologi: soltanto il 34 per cento la considerava possibile e una percentuale simile disse che l'ESP era *impossibile,* un punto di vista condiviso soltanto dal 2 per cento di tutto il campione.

In un articolo pubblicato nel 1994 sulla rivista "Psychological Bulletin", intitolato *Does Psi Exist? Replicable Evidence for an Anomalous Process of Information Transfer,* Daryl Bem e Charles Honorton commentarono così quelle percentuali:

> Noi psicologi probabilmente siamo più scettici nei confronti del paranormale per parecchie ragioni. Innanzitutto, crediamo che una tesi straordinaria richieda una dimostrazione straordinaria. E anche se probabilmente i nostri colleghi di altre discipline sarebbero d'accordo con questa affermazione, è ragionevole pensare che noi conosciamo meglio i requisiti metodologici e statistici necessari per convalidare queste tesi, e conosciamo meglio anche altre tesi precedenti che non li soddisfacevano o che non hanno superato con successo la prova della ripetizione. Anche nel caso delle tesi ordinarie, i nostri criteri statistici tradizionali sono ispirati alla massima prudenza. La sacra soglia di $p = 0{,}05$ ricorda costantemente che è molto più grave affermare che un effetto esiste quando non esiste (errore di Tipo 1) piuttosto che affermare che non esiste quando invece è reale (errore di Tipo 2).

Le dichiarazioni di Bern e Honorton equivalgono a una difesa dello scetticismo psicologico.

Richard Wiseman aggiunge:

> Gli psicologi hanno svolto una gran mole di ricerche che provano come spesso le persone siano guidate dalle loro credenze quando valutano le prove, invece di essere più razionali. Inoltre, com'è ovvio, gli psicologi conducono ricerche sulle persone, non sulle sostanze chimiche, e quindi sono abituati al fatto che le persone imbrogliano, non dicono tutta la verità e così via. Per tale motivo, penso che siano consapevoli come nessun altro di come le prove di un effetto possano essere dovute all'inganno e all'autoinganno.

In altre parole, gli psicologi lavorano in un mondo in cui le persone mentono molto. I fisici no. Questo rende i fisici un po' più creduloni.

Nell'articolo *Biological Utilization qf Quantum Nonlocality,* pubblicato nel 1991 su "Foundations of Physics", Brian Josephson e Fotini Pallikari-Viras hanno proposto con molta cautela l'ipotesi che il meccanismo della telepatia possa essere il fenomeno di *entanglement* quantistico - che Einstein, com'è noto, respinse in quanto «misteriosa azione a distanza».

Non sorprende affatto che la ben nota stranezza del mondo quantistico sia citata spesso come possibile (forse come *l'unica* possibile) spiegazione di vari effetti paranormali, dall'ESP al fenomeno stesso della coscienza. Il fisico di Oxford Roger Penrose ha ipotizzato che i microtubuli, microscopiche strutture all'interno del cervello (in realtà si trovano in tutte le cellule), siano in grado di utilizzare gli effetti quantistici per produrre gli effetti non deterministici della consapevolezza di sé e del libero arbitrio, una concezione che molti suoi colleghi hanno giudicato una vera sciocchezza.

In breve, Josephson e Pallikari-Viras affermano che non è impossibile che l'esistenza di "influenze a distanza" suggerita dalla teoria quantistica (in cui lo stato quantistico di oggetti come elettroni o fotoni, ad esempio lo spin, o la polarizzazione, può presentare una correlazione a distanze arbitrariamente grandi dopo la loro separazione) indichi la possibilità che dietro alla connessione diretta tra menti diverse (telepatia) e tra mente e materia (telecinesi) vi sia lo stesso effetto.

Per quanto riguarda un effettivo meccanismo, gli autori riconoscono che fare appello a effetti quantistici in una struttura macroscopica come il cervello mette a dura prova la credulità, però sostengono che è del tutto plausibile che durante la lunga evoluzione della vita sulla Terra la selezione naturale abbia assoggettato il mondo quantistico al fine di utilizzarne le proprietà per i propri scopi.

Alcuni invocano una grandiosa interconnessione tra tutte le forme di vita, una sorta di megacoscienza superjunghiana. Oggi, Brian Josephson sostiene che l'idea che saremo obbligati a "buttare via la scienza" se accetteremo la realtà di qualche fenomeno fisico è

> un ragionamento farraginoso, una sciocchezza. Forse la fisica fondamentale dovrà cambiare un po' per far posto alla mente, ma non è giusto dire che dovrebbe scomparire completamente. Nella scienza, quando arrivano nuove scoperte accade raramente che sia necessario sovvertire tutte le credenze precedenti.

Resta comunque un interrogativo: perché dovremmo prendere sul serio tutto ciò? Dopo tutto, qual è la differenza tra la telepatia e la fatina dei denti? Potrebbe essere difficile e persino impossibile dimostrare che questi fenomeni non sono reali, ma che senso ha sprecare tempo, energia e denaro indagando fenomeni che probabilmente sono al massimo marginali e molto probabilmente niente altro che il frutto della nostra immaginazione collettiva?

Bene, tanto per cominciare, anche se non dovessimo mai scoprire alcuna prova di qualche capacità psichica, effettuando esperimenti sull'ESP con tutta probabilità scopriremo molte cose interessanti sulla psicologia del sé e dell'inganno. Questa sola ragione fa sì che valga la pena realizzare queste ricerche.

Un punto più fondamentale è che la parapsicologia è un fenomeno "reale" se non altro perché così tante persone la percepiscono come tale. Tutte le culture, a quanto pare in tutte le epoche storiche, hanno segnalato un qualche genere di comunicazione non orale. Nella maggior parte delle culture si ha notizia di casi di individui capaci di entrare istantaneamente in contatto con altri individui molto lontani.

Credo che un aspetto interessante di questo fenomeno sia che l'esperienza della telepatia, per quanto molto comune, non è affatto universale e quando viene riferita pare un effetto piuttosto marginale. In un certo senso, è più facile respingere la credenza nella vita nell'aldilà e in varie divinità, semplicemente perché è così universale (e pertanto accettata e incontestata).

Gli effetti paranormali semplici sembrano rari e li si è sempre considerati alquanto speciali e probabilmente piuttosto dubbi. A quanto pare, sono anche privi di connotazioni politiche, religiose ed emotive. Per quel che vale, personalmente non credo che la telepatia e altri effetti paranormali collegati siano reali, o quanto meno non credo che mi sia mai stato mostrato qualcosa che potesse convincermi che sono reali, ma non ho ragione di credere con qualche grado di certezza che non lo siano.

Che dire di tutto il resto del paranormale? Si può redigere una sorta di "classifica della pazzia", con gli elementi più plausibili in testa e i più folli al fondo. Al primo posto, suppongo, ci sarebbe ciò che di recente il sommo sacerdote del razionalismo, Richard Dawkins, ha soprannominato il "perinormale". Questa classe comprende l'ipnosi e forse l'agopuntura, che oggi, sulla base di prove cliniche serie, sono largamente accettate come fenomeni reali, per quanto misteriosi. Dawkins vi includerebbe anche la telepatia? Quasi certamente no - sembra quasi di sentire la sua risata beffarda.

Al secondo posto, si trovano i fenomeni paranormali classici: la telepatia, la visione a distanza, forse la telecinesi. Le prove a favore della realtà di tali fenomeni sono dibattute e oltremodo controverse. Ma in confronto al gruppo successivo sembra quasi trattarsi di fisica newtoniana.

Qui entra in scena un fenomeno curioso, per lo più nordamericano, chiamato "preghiera di intercessione" (PI). Si tratta di una fusione profana di parapsicologia, misticismo e religione tradizionale. Negli studi sulla PI, si misura quale effetto ha sui malati il fatto che un gruppo di volontari rivolga preghiere a Dio per ottenere la loro guarigione (stranamente, sembra che non succeda mai che i volontari preghino per ottenere un peggioramento delle condizioni dei malati, anche se per la correttezza scientifica si dovrebbe certamente realizzare anche questo esperimento).

Sono stati pubblicati diversi studi sulla PI che mostrano l'esistenza di un effetto. Per citare un esempio, nel 2001 Leonard Leibovici del Rabin Medical Center, in Israele, ha pubblicato un articolo sul "British Medical Journal" in cui sosteneva che un gruppo di pazienti con varie infezioni del sangue erano in condizioni lievemente migliori (la differenza era lieve, ma statisticamente significativa) rispetto ai pazienti per cui nessuno pregava. Alcuni studi condotti negli USA hanno "dimostrato" effetti lievi, ma significativi, su pazienti in ripresa dopo un infarto e un intervento chirurgico.

Gli studi sulla PI, naturalmente, sono assai controversi. Perché, domandano molti scienziati, si dovrebbe spendere denaro - a volte denaro pubblico - per finanziare un settore di ricerca così eccentrico e culturalmente specifico? Al di fuori della zona protestante degli USA l'idea della PI fa rabbrividire. E non è condivisa anche da molte persone religiose; l'idea che il loro Dio scelga di intervenire per aiutare alcune persone e non altre semplicemente sulla base di un esperimento medico sembra minare la concezione diffusa dell'amorevolezza e della giustizia di Dio.

Al posto successivo, troviamo gli UFO. Poco plausibile, anche se non impossibile, l'idea che la Terra venga visitata da astronavi aliene probabilmente appartiene allo stesso pensiero di gruppo in cui rientrano la PI e le punte più stravaganti dell'ESP. Gli argomenti contrari e favorevoli agli UFO sono triti e ritriti e non vale la pena ripeterli qui, tranne quello che afferma che se fosse certamente e dimostrabilmente vero che nessun alieno ha mai visitato la Terra su un disco volante (il che non potrà mai essere), sarebbe altresì certamente vero che dopo l'invenzione del concetto di alieno da parte dell'umanità i dischi volanti prima o poi si faranno vedere.

L'omeopatia? Niente da fare. Si possono realizzare studi in doppio cieco - come in effetti si è fatto - e non si trova alcun effetto (salvo forse un effetto placebo piuttosto interessante).

La reincarnazione? Che senso ha? Ora siamo sul pendio sempre più scosceso e scivoloso che fa precipitare nel lato oscuro della ragione. La religione "vera e propria" probabilmente appartiene a una categoria a sé, forse a un'altra lega, un po' come le due associazioni rivali nel rugby.

Da ultimo, sembra necessario tracciare una linea di demarcazione. Una barriera - non ininterrotta, ma discontinua e permeabile - tra ciò che è accettabile e ciò che non lo è. Richard Dawkins probabilmente è troppo severo a questo proposito, ma la sua idea è buona. Potremo accettare, con riluttanza e magari scalciando e protestando un po', i fenomeni paranormali (anzi, "perinormali") nei ranghi della scienza se e quando disporremo di prove schiaccianti dell'esistenza di qualcosa che vale la pena studiare.

I fenomeni paranormali, probabilmente, sono sciocchezze. In massima parte e il più delle volte. Ma nelle zone di frontiera è possibile che la scienza stia iniziando a indagare qualcosa che è enormemente e profondamente interessante tanto quanto i fenomeni più folli della nuova fisica e della nuova cosmologia. Se siamo disposti a credere nella materia oscura, nell'iperspazio multidimensionale, nell'energia oscura e nelle singolarità nude, credo che un po' di telepatia non sia troppo difficile da mandar giù.

Capitolo 10

Che cos'è effettivamente la realtà?

Non è una domanda sul significato della vita. La vita ha il significato che ognuno di noi decide di darle ed è un argomento che va bene discutere al bar, non in un libro di scienza. Non si tratta nemmeno di una domanda puramente metafisica, anche se riguarda settori che tradizionalmente appartengono al dominio della filosofia. E invece una domanda sulla vera natura dell'universo. Al fondo della questione sta un interrogativo fondamentale che ancora non ha trovato risposta: perché mai dovrebbe esistere qualcosa? «Che cos'è che soffia il fuoco vitale nelle equazioni? Perché l'universo si prende la briga di esistere?», ha scritto il fisico Stephen Hawking.

Quando gli scienziati parlano della realtà parlano di cose tangibili - atomi e molecole, particelle e radiazioni. Ma questa naturalmente è solo la nostra realtà. Direttamente, attraverso i sensi, o indirettamente, attraverso le macchine, noi costruiamo un'immagine della realtà, qualcosa che non sta lassù tra le stelle e le galassie, ma nella nostra testa.

La vecchia storiella solipsista per cui il mondo è un prodotto della nostra immaginazione non si può scartare in quattro e quattr'otto. Così come l'idea che il mondo, compresi noi, sia un prodotto dell'immaginazione di qualcun altro. Ciò premesso, il fatto che siamo stati capaci di formulare leggi fisiche che corrispondono così fedelmente alle nostre osservazioni suggerisce che, anche se la "realtà" potrebbe essere ciò che percepiamo, è certo che noi percepiamo qualcosa di molto concreto.

Ma molti aspetti della natura ultima dell'universo sono ancora sconosciuti. Tanto per cominciare, qual è la sua causa primaria? Vent'anni fa, i cosmologi stabilirono senza mezzi termini che la risposta era semplicemente il "Big Bang" e chiusero la questione, ma oggi gli scienziati cominciano a rendersi conto che non è una risposta soddisfacente. Che cosa è stato esattamente a esplodere? Perché è esploso e che cosa è successo prima?

Non sappiamo se le leggi che governano il nostro universo siano totalmente arbitrarie o se siano le uniche possibili. Il valore della costante gravitazionale, ad esempio, potrebbe essere la metà o il doppio di quello osservato? Oppure vi è una logica profonda alla base delle leggi fisiche, simile alle fondamenta di una casa, che impone che un universo, per poter esistere, possa organizzarsi in un solo modo? E se questo è vero, da dove provengono queste leggi?

Forse la domanda più difficile per la fisica, una domanda per cui la scienza non ha assolutamente una risposta, è quella formulata da Hawking. Se ho capito bene, si può riassumere così: "É vero che, se esiste un insieme di leggi fondamentali o proposizioni logiche alla base di tutto, è la natura di queste leggi a imporre l'esistenza

dell'universo e quindi la loro stessa esistenza?".

In altre parole, è vero che è impossibile che non esista alcunché? E se invece è possibile, allora il fatto che chiaramente esiste qualcosa ha qualche significato?

Infine, ciò che vediamo è proprio ciò che pensiamo di vedere? Da quando iniziarono a interrogarsi sul mondo e sulla sua natura, gli esseri umani hanno ideato una bella varietà di cosmologie popolari bizzarre. La Terra siede sul dorso di una tartaruga. La Terra è un disco che galleggia in un mare infinito. Il cielo è una volta che lascia passare le luci del paradiso attraverso le infinite punture di spillo che chiamiamo stelle.

Per noi l'universo è un'enorme sfera, di 92 miliardi di anni luce di diametro, di spaziotempo in espansione, governata da un misterioso campo di forze oscure che non comprendiamo e popolata in massima parte da una fantomatica forma di materia che non possiamo vedere né toccare. E forse meno strano delle vecchie cosmologie popolari? Ed è una descrizione completa? O il "nostro" universo è solo un minuscolo granello di polvere sulla parte posteriore di un elemento assai più vasto e grandioso?

Qualche risposta l'abbiamo. O quanto meno qualche idea. Il concetto di *multiverso,* uno smisurato grappolo di universi, è ormai molto popolare tra i fisici. Ipotizzando un numero enorme o persino infinito di realtà parallele, possiamo spiegare alcune delle stranezze del mondo che ci circonda, in particolare il fatto che l'universo sembra finemente regolato proprio per permettere la nostra esistenza.

Ma le stranezze non finiscono qui. Alcune teorie fuori dagli schemi, ma di tutto rispetto dal punto di vista logico, asseriscono che quasi nulla di ciò che crediamo della realtà è vero. L'universo, secondo queste cosmologie, potrebbe essere un inganno, la creazione non di una o più divinità, bensì di intelligenze artificiali che vivono in un mondo per noi impossibile da vedere o da comprendere.

Una risposta popolare al problema della causa iniziale, e per la verità a tutte le nostre domande sulla natura dell'universo, è naturalmente Dio. Nella maggior parte del mondo e senza dubbio per la grande maggioranza delle persone, l'esistenza di una qualche divinità è un punto fermo perfettamente accettabile che consente di interrompere la catena di domande sulla propria esistenza e su quella del mondo in cui vivono. Anche nella nostra cosiddetta era laica, molti scienziati continuano a credere in Dio.

La maggioranza degli scienziati, comunque, non considera più Dio come una soluzione razionale al problema dell'origine dell'universo. La vecchia teoria del creazionismo e la sua versione ridotta e semplificata, la teoria del Disegno Intelligente, sono più che altro riserve dei fondamentalisti cristiani statunitensi, anche se ci sono segnali preoccupanti di una loro rimonta in Europa. Se la soluzione è Dio, tanto vale tornare tutti a casa. Non perdiamo tempo, quindi, e passiamo a un altro argomento.

La cosmologia moderna, com'è ovvio, si sta occupando di questi grandi interrogativi, ma quali progressi abbiamo fatto dai tempi della Terra piatta e della Terra sul dorso di una tartaruga? Per quanto riguarda l'origine dell'universo, disponiamo di un modello notevole, il Big Bang, che sembra spiegare una gran quantità di cose, ad esempio l'espansione osservata dell'universo, le quantità relative di idrogeno ed elio presenti, l'esistenza e lo spettro osservato della radiazione

cosmica di fondo (una luminosità opaca, di appena tre gradi sopra lo zero assoluto, che pervade il cosmo ed è considerata come la brace rimasta dopo il Big Bang).

Il modello del Big Bang, tuttavia, è incompleto e presenta molte lacune. Uno dei problemi importanti, anche se non riguarda il modello stesso, è il diffuso fraintendimento concettuale per cui si pensa al Bang come a una gigantesca esplosione che scaraventò violentemente nello spazio enormi quantità di frammenti, che in seguito diventarono stelle e galassie. Che cosa accadde è quanto meno non del tutto chiaro, mentre è evidente che la gigantesca espansione dell'universo, avvenuta durante i primi millisecondi successivi al Big Bang, fu un'espansione dello spaziotempo stesso, che coinvolse la materia e l'energia in esso contenute. Forse è meglio immaginare il Big Bang più come la dilatazione di un palloncino che come un'esplosione.

Vi sono anche altri problemi, più seri, come ammetterebbero anche i più entusiastici sostenitori della teoria. Consideriamo uno di questi problemi. Allontanando il nostro sguardo dalla Terra, vediamo le galassie come erano tanto tempo fa. La luce proveniente dagli oggetti più lontani che riusciamo a vedere iniziò il suo viaggio verso la Terra poco dopo l'esplosione, che secondo gli scienziati è avvenuta 13,7 miliardi di anni fa.

Queste remote galassie primordiali hanno solo qualche centinaio di milioni di anni, nel momento in cui le osserviamo, quindi dovrebbero contenere solo stelle giovani e immature (la nostra stella, il Sole, ha più di 4,6 milioni di anni), tuttavia molte di queste galassie giovani e remote hanno l'aspetto di galassie mature piene di stelle "vecchie". Per di più, certe stelle osservate sembrano addirittura più "vecchie" dell'universo stesso.

Non sono fatti dimostrati, poiché le prove sono molto controverse, ma vale la pena segnalarli giusto per far vedere che il Big Bang non è un modello del tutto accettato come invece, ad esempio, l'evoluzione in biologia. A creare problemi è anche la natura misteriosa di ciò che il Big Bang ha creato. Il fatto che l'universo sia totalmente dominato dalla materia oscura e dall'energia oscura - entrambe profondamente inesplicabili - è un «mistero imbarazzante», per citare Bob Nichol, cosmologo sperimentale dell'Università di Portsmouth, in Inghilterra.

Un tempo si giudicava privo di senso domandarsi che cosa fosse successo "prima" del Big Bang, poiché si riteneva che lo spazio e il tempo fossero stati creati durante la grande esplosione; parlare di un "prima", quindi, era insensato.

Ma questa concezione è stata contestata, in particolare dal fisico teorico di Cambridge Neil Turok: nel suo universo *ekpyrotico* (dal greco "scaturito dal fuoco") e ciclico, l'esplosione non sarebbe un vero e proprio scoppio, ma sarebbe invece causata da eventi che si verificano in uno spazio a più dimensioni. Il modello ekpyrotico non contraddice il Big Bang, ma inserisce la "nostra" esplosione nel contesto di un insieme molto più vasto di eventi; un punto cruciale è che secondo questo modello non è insensato parlare di qualcosa di precedente al Big Bang.

In sostanza, la teoria di Turok afferma che il "nostro" universo "galleggia" su una "membrana" tridimensionale che si muove in uno spazio a più dimensioni. Il Big Bang, che è corroborato da una gran numero di dati sperimentali, si realizzò quando la "nostra" membrana, dopo un periodo di contrazione, si scontrò con un'altra

membrana, generando un'immensa quantità di materia e radiazione.

Studiare l'origine dell'universo si sta dimostrando piuttosto costoso. I telescopi ordinari vanno bene per tornare indietro forse fino a metà strada dall'inizio del tempo, ma anche per arrivare fin lì sono necessarie macchine enormi e un tipo di strumenti ottici computerizzati che sono diventati possibili solo nell'ultimo decennio. Ma per tornare agli inizi, per penetrare letteralmente le nebbie del tempo, sono necessari telescopi che possono vedere nella regione millimetrica dello spettro delle alte radiofrequenze.

Sulle Ande cilene - a 5400 metri, un'altitudine che toglie letteralmente il respiro - è in costruzione il telescopio a terra più costoso del mondo: l'Atacama Large Millimetre Array (ALMA). Sono iniziati i lavori per realizzare oltre 60 antenne che, una volta completata la serie, consentiranno agli astronomi di guardare indietro nel tempo fino alle prime fasi della formazione delle stelle e delle galassie, fino alle prime centinaia di milioni di anni. L'universo primordiale è ancora un mistero. Non capiamo, ad esempio, come l'interazione tra materia oscura e materia ordinaria abbia formato le prime galassie e come l'effetto di tale interazione abbia creato nel corso del tempo l'universo che osserviamo oggi.

Anche gli acceleratori di particelle consentiranno di indagare la natura dell'universo primordiale. Le collisioni che avranno luogo nel Large Hadron Collider del CERN, oltre a servire alla ricerca di particelle di materia oscura, genereranno energie simili a quelle del Big Bang. È davvero straordinario che in un tunnel sotto il confine franco-svizzero sia possibile ricreare eventi che si sono verificati quasi 14 miliardi di anni fa.

Uno dei grandi problemi per un profano di cosmologia è capire esattamente che cosa descrivono i cosmologi quando parlano dell'"universo" - per inciso, si dovrebbe scrivere con l'iniziale minuscola o maiuscola? In primo luogo, vi è l'universo osservabile, cioè la sfera di spazio che circonda l'osservatore (nel nostro caso, la Terra) e contiene tutti i luoghi abbastanza vicini per poter essere osservati. Ciò significa che l'universo osservabile deve essere abbastanza piccolo da consentire a un raggio di luce emesso da un qualsiasi oggetto di arrivare sulla Terra in un tempo inferiore a quello trascorso dal Big Bang fino a oggi (che è senza dubbio finito). Quindi l'universo osservabile, pur essendo grande, è certamente finito; secondo i calcoli, ha un raggio di 46,5 miliardi di anni luce (il "bordo" si trova quindi a 444.400.000.000.000.000.000.000 chilometri dalla Terra) e quindi un volume di $3{,}4 \times 10^{71}$ chilometri cubi (è un valore diverso da quello che si potrebbe dedurre in base alla stima di 13,7 miliardi di anni per l'età dell'universo; il motivo per cui il diametro dell'universo osservabile non è pari a 27,4 miliardi di anni luce è che la curvatura dello spaziotempo permette alla luce un'apparente violazione del proprio limite di velocità). In questa sfera, chiamata Volume di Hubble, si trovano probabilmente 80-200 miliardi di galassie, e forse un centinaio di miliardi di stelle in ogni galassia, quindi il numero totale delle stelle arriva a decine di migliaia di miliardi di miliardi. Il Volume di Hubble si espande, per definizione, alla velocità di un anno luce all'anno. É davvero enorme, grandioso, e contiene un'incredibile quantità di sostanza, ma in confronto a tutto ciò che esiste - l'universo vero - forse è solo una zanzara sulla schiena di un elefante.

Tanto per cominciare, l'universo osservabile è centrato sulla Terra. Ormai nessuno crede più che la Terra sia al centro del sistema solare né tanto meno al centro dell'universo o che sia piatta. L'espressione "universo osservabile" è utile per descrivere la massima estensione di spazio in cui eventi e oggetti possono avere un collegamento causale con noi. É ovvio che altri osservatori in altre parti dell'universo avranno una propria "sfera di influenza". Solamente nella "nostra" regione spaziotemporale potrebbero esistere più galassie di quelle che teoricamente possiamo "vedere" (la parola "osservabile" è pura teoria e non presuppone nulla in merito alla tecnologia, attuale o futura, dei telescopi). Ma anche questo potrebbe non bastare.

Solo pochi anni fa, l'idea stessa che l'universo potesse essere composto da un grande insieme di inconoscibili realtà parallele era pura fantascienza. Oggi alcuni fisici del tutto sani di mente ipotizzano l'esistenza di un tale insieme per rendere conto del fatto imbarazzante che il nostro universo sembra essere finemente regolato non solo per la vita, ma proprio per il nostro tipo di vita; essendo questa una caratteristica enormemente improbabile, forse è meglio presumere che l'universo in cui pensiamo di vivere sia solo una minuscola faccetta di un diamante infinitamente più vasto e grandioso. In questo *multiverso,* o *megaverso,* qualunque cosa è possibile, tutto è altrettanto probabile e tutto è altrettanto improbabile. Il multiverso affronta con eleganza il cosiddetto problema antropico.

Esistono diverse varianti dell'ipotesi del multiverso. Una, l'interpretazione dei molti mondi della meccanica quantistica, per risolvere gli apparenti paradossi della teoria quantistica suppone che ogni possibile stato successivo a un evento quantistico si realizzi nel proprio universo. La più importante teoria rivale, la cosiddetta interpretazione di Copenaghen, in sostanza afferma che è possibile un solo risultato, che si verifica quando la "funzione d'onda" collassa in un certo stato particolare (ad esempio, lo stato in cui un elettrone ha una certa posizione). Entrambe le interpretazioni sono in qualche misura misteriose. L'ipotesi del multiverso fa appello all'esistenza di miliardi di realtà parallele e l'interpretazione di Copenaghen sembra attribuire un ruolo speciale all'osservatore. L'obiezione mossa da Einstein fu: «Davvero pensate che la Luna non sia lassù quando non la state guardando?».

Sono state presentate anche altre spiegazioni del multiverso. I mini-universi potrebbero esistere in un volume di spazio infinito o pressoché infinito, che si sarebbe espanso in misura inimmaginabile a causa dell'inflazione cosmica iniziata dal Big Bang. In questo multiverso esaustivo, la natura infinita degli oggetti rende possibili tutti i risultati, compreso un numero infinito di riproduzioni molto fedeli (nel multiverso in questione, esiste una vostra riproduzione fedele, che legge un libro identico a questo, in un letto, un autobus o un aereo identico al vostro, e che però sta, mediamente, a una distanza di $10^{10^{29}}$ metri da voi). Poi c'è il multiverso proposto dal fisico russo-americano Andrei Linde, che ha ideato un insieme smisurato di universi, ognuno dei quali è formato da una bolla di spaziotempo in espansione che germoglia dagli altri. Nella cosmologia di Linde, la nostra "grande" esplosione non è che uno degli infiniti scoppi minori. Infine, i singoli elementi del multiverso potrebbero essere simulazioni al computer (come spiegherò più avanti), oppure l'universo potrebbe essere una combinazione di una o più delle possibilità descritte.

La teoria del multiverso non è affatto universalmente popolare. Secondo Bob

Nichol, dà l'impressione che gli scienziati abbiano «rinunciato a cercare una teoria del tutto e abbiano semplicemente attribuito a un lancio di dadi i dettagli del nostro universo». Al livello più essenziale, l'interpretazione dei molti mondi della meccanica quantistica sembra violare il principio del rasoio di Occam; qui non si bada a non aumentare inutilmente il numero di entità: si moltiplica tutto e lo si moltiplica un numero infinito di volte. Ma se gli universi paralleli sono sconcertanti, un'altra delle idee in circolazione è assolutamente inquietante.

Nick Bostrom è un filosofo dell'università di Oxford e il suo argomento della simulazione è diventato molto famoso fra gli scienziati, i filosofi e la gente comune, in parte per la sua sconcertante stravaganza, in parte perché presenta una strana somiglianza con la trama del popolare film di fantascienza *Matrix* e soprattutto perché, pur sembrando del tutto folle, finora ha resistito a tutti i tentativi di confutazione.

Vediamo in che cosa consiste l'argomento della simulazione. Innanzi tutto è necessario supporre che un giorno sarà possibile simulare la coscienza in un computer. Se questa ipotesi è sbagliata, se la coscienza si dimostrerà impossibile da simulare, l'argomento della simulazione è manifestamente infondato. Se invece la simulazione di una mente pensante e conscia di sé all'interno di una macchina si dimostrerà realmente possibile, possiamo procedere con altre ipotesi, meno forti.

In primo luogo, possiamo davvero supporre che un giorno si riuscirà a simulare una mente cosciente in un computer. Come fa notare Bostrom, la potenza dei computer raddoppia all'incirca ogni anno e mezzo. In qualche decina d'anni al massimo, quindi, dovrebbe essere possibile, quanto meno in teoria, costruire macchine dotate di processori potenti come un cervello umano. E dobbiamo proprio supporre che si farà. L'argomento procede ipotizzando che in effetti i programmatori useranno una parte delle capacità dei processori per creare coscienze artificiali all'interno delle loro macchine, che saranno universi artificiali in cui le coscienze possono "vivere", e che questo processo si ripeterà più e più volte (l'effetto si moltiplicherà rapidamente perché alcuni di questi esseri simulati creeranno loro stessi altre simulazioni).

Anche questa eventualità sembra quanto meno plausibile, considerando che già oggi si usano i computer per simulare vari tipi di scenari del mondo reale, dai sistemi complessi modellati dai meteorologi per formulare previsioni ai giochi in rete con un gran numero di giocatori, in cui avatar e "personaggi" generati da un computer popolano mondi immaginari fatti di software.

Nel momento in cui scrivo, la stampa riporta una notizia sulla città di Porcupine. A quanto pare, nelle strade di Porcupine si sono svolte manifestazioni contro il Front National, il partito politico francese di estrema destra, che ha aperto nuovi uffici in città. All'inizio del 2007, le proteste si sono intensificate, al punto che gli attivisti antinazisti si sono scontrati con i teppisti di estrema destra. Non sembra una notizia particolarmente interessante fino a quando non si scopre che Porcupine non è un luogo reale, ma fa parte di un mondo simulato, un universo virtuale on-line che si chiama Second Life. I mondi on-line non sono una novità - mi pare di ricordarne un paio in circolazione dalla metà degli anni Novanta, ma si trattava di programmi lenti, malfatti e terribili da usare e solo il mondo dei geek fanatici li conosceva e se ne

occupava.

É possibile che Second Life sia differente. Il software è notevole e crea un mondo vivace e pittoresco, e persino elegante, di scenari realistici. Stando ai suoi autori, Second Life ha più di 2,4 milioni di utenti. Un punto ancora più importante è che sta diventando qualcosa di più di un semplice gioco al computer. Il Secondo Mondo ha una propria valuta, i Dollari Linden, che si possono cambiare in dollari veri. In questo momento, la sola intelligenza in Second Life è quella dei due milioni e mezzo di utenti - oltre quella del software. Ma non è arrischiato supporre che la situazione cambierà. Proprio come si fa con gli scenari, si può simulare anche la "personalità" degli avatar e degli altri esseri con cui gli utenti entrano in contatto. In questo momento, ed è importante ribadirlo, non sappiamo assolutamente se qualcuno sarà mai capace di incorporare una consapevolezza cosciente di qualsiasi genere in un programma. Ma supponiamo che sia possibile, e ipotizziamo altresì che in futuro qualche piattaforma come Second Life ospiti un gran numero di queste menti artificiali. A quel punto i computer simuleranno la coscienza milioni, miliardi, migliaia di miliardi di volte su milioni di macchine.

Per inciso, nell'argomento di Bostrom nulla è soggetto a un limite temporale. Queste simulazioni coscienti potrebbero essere costruite tra vent'anni, nel terzo millennio o fra milioni di anni, non ha importanza. Né importa se saranno esseri umani a creare tutto ciò, oppure alieni che vivono su un altro pianeta, o addirittura esseri che vivono in un universo parallelo. Tutto ciò che si deve ipotizzare è che in un certo momento della storia dell'universo, o di tutti gli universi, vengano create simulazioni computerizzate di vita cosciente.

Ora arriva il punto cruciale. Poiché, per ipotesi, questi avatar computerizzati sono stati creati più e più volte, è oltremodo verosimile, a causa del puro e semplice peso della probabilità statistica, che la nostra vita si stia svolgendo in uno di questi mondi simulati, una specie di Second Life del futuro (ancora più impressionante), che forse non sta nell'universo "reale", bensì nella camera di un adolescente (ovviamente, è sempre possibile che il nostro mondo sia il mondo reale e originale, ma è molto, molto improbabile). E allora?

Se fosse vero, tutto ciò che pensiamo della realtà sarebbe sbagliato. Il nostro universo, al pari di noi che ci abitiamo, sarebbe un falso. La vita, di fatto, sarebbe un gigantesco gioco virtuale. Il nostro mondo sarebbe una versione carica di emozioni, anche se un poco più violenta, del mondo di un videogioco come *Doom o Grand Theft Auto.* Come individui, saremmo ridotti a non essere altro che i giocattoli di divinità imperfette - divinità che nel nostro caso potrebbero benissimo soffrire per la delusione di non essere loro stessi gli originali.

É uno scenario profondamente deprimente. É possibile controllarne la validità? Quel che si può fare è verificare alcuni degli argomenti contrari. Uno è che sarebbe impossibile essere coscienti e non consapevoli del fatto che la propria situazione non è reale. Chiaramente non è vero, perché è possibile sognare. Quando sogniamo siamo in uno stato alterato di coscienza e di solito non sappiamo che stiamo sognando. È senz'altro possibile sognare e pensare di essere svegli. Ed è anche possibile ingerire, inalare o iniettarsi sostanze chimiche che hanno una profonda influenza sulla percezione della realtà. Essere coscienti non garantisce affatto di essere in grado di

capire che cosa è reale.

Mi è stato detto che dal punto di vista matematico l'argomento della simulazione regge - a patto che le ipotesi sulla tecnologia del computer siano corrette. Lo stesso Bostrom non presuppone che i computer saranno capaci di essere coscienti; il suo argomento si fonda semplicemente su ciò che accadrebbe se lo fossero, il che sembra per lo meno plausibile. Bostrom tiene conto anche della possibilità che nessuna civiltà sia mai sopravvissuta alla transizione verso la maturità tecnologica, o ancora che nessuna civiltà svilupperà mai l'interesse a creare una realtà simulata.

Vi sono anche altre strade per verificare la validità dell'argomento. Presumibilmente, sarebbe molto difficile creare un universo simulato perfetto e coerente in tutti i suoi parametri - più difficile, quanto meno, rispetto a realizzarne uno con qualche mattone mancante, con qualche difetto ai bordi. Viviamo in un tale universo? Bene, si dà il caso che nei nostri modelli migliori dell'universo manchi proprio qualche mattone piuttosto grosso. Finora si è dimostrato impossibile, ad esempio, conciliare la fisica quantistica e la relatività.

Questi universi paralleli non siamo in grado di vederli (benché non sia impossibile immaginare che un giorno potremmo essere capaci di costruire macchine per rilevarli). E nulla, a parte alcuni stratagemmi matematici, dimostra che viviamo in un mondo simulato. Quando si considerano realtà alternative, il problema è la scarsità di prove.

Forse un po' meno inquietante dell'idea che siamo frutto dell'immaginazione di qualche macchina è la possibilità che il fondamento ultimo della realtà sia l'informazione. Come ha detto il fisico quantistico John Archibald Wheeler, «quella che chiamiamo realtà in ultima analisi emerge dal porre domande a cui si può rispondere solo sì o no». Possiamo considerare l'universo come un immenso computer cosmico, dove l'elemento primario, la particella fondamentale non è il quark o la stringa, ma il bit di informazione? Dopo tutto, tutta la nostra conoscenza dell'universo è un concentrato di osservazioni e teorie, quindi è informazione.

Il fisico britannico Andrew Liddle, uno dei più importanti pensatori nel settore della cosmologia, ritiene che i "grandi" interrogativi si possano dividere in tre categorie. La prima, la categoria A, contiene le domande di cui si ignorano completamente le risposte né si sa dove si potrebbe andare a cercarle. La categoria B comprende le domande tali che «si ha una qualche idea teorica di quali potrebbero essere le risposte, ma non si hanno prove sperimentali né speranze realistiche di ottenerle». Le domande che appartengono alla categoria C, infine, sono caratterizzate dal fatto che «si ha qualche idea di quali potrebbero essere le risposte e una certa speranza di trovare prove sperimentali favorevoli o contrarie a ognuna di queste idee».

Secondo Liddle, «una risposta all'interrogativo sull'esistenza è il principio antropico». In sostanza, il principio antropico afferma che le cose devono essere come sono perché se fossero diverse noi non saremmo qui a osservarle e a porre domande su di esse: «Il fatto che siamo qui a interrogarci e a fare esperimenti implica che le cose debbano esistere. Secondo questa concezione, potrebbe benissimo non

esistere nulla, ma è semplicemente impossibile che qualcuno possa porre la domanda se le cose in effetti non esistono».

La maggior parte dei "grandi interrogativi" sulla cosmologia e sulla realtà, che sconfinino o meno nel regno della metafisica, si può classificare in una delle tre categorie di Liddle. Prendiamo ad esempio l'ipotetica arbitrarietà delle leggi della fisica, uno dei massimi problemi per la scienza. Le leggi fisiche devono essere così come sono?

«Oggi è molto diffusa la convinzione», spiega Liddle, «che vi sia una certa arbitrarietà nelle leggi naturali che osserviamo; ad esempio, non esiste alcun motivo per cui la gravità debba avere l'intensità che ha». È possibile che una parte di questa arbitrarietà sia dovuta al fatto che le leggi della fisica potrebbero non essere immutabili e universali. La costante gravitazionale, ad esempio, potrebbe aver avuto un valore diverso miliardi di anni fa. Le dimensioni del nostro universo visibile sono limitate dalla distanza che la luce ha potuto percorrere dal momento del Big Bang.

Alcuni cosmologi ritengono che a scale molto grandi le leggi fisiche dell'universo possano variare. Ad esempio, a una distanza di un googol (10^{100}) di anni luce (molto al di là del nostro orizzonte osservabile), la velocità della luce potrebbe essere diversa. O le particelle elementari potrebbero avere proprietà diverse. Tra le teorie candidate a diventare la "teoria unificata", le favorite sono la teoria delle stringhe e la sua versione più recente, la teoria M. Alcune interpretazioni della teoria delle stringhe prevedono che le leggi fisiche siano diverse in zone diverse dello spazio e del tempo. Può darsi, però, che non basti considerare le leggi. Se scaviamo più a fondo nella realtà, siamo costretti a domandarci su che cosa siano basate le leggi.

Ma soprattutto, siamo certi che esista una logica di fondo? Una possibilità è che sia sbagliato pensare che alla base di tutto vi sia l'ordine e non il caos. Sembra che gli esseri umani abbiano un innato bisogno di imporre un ordine matematico e relazioni simmetriche e causali a un mondo naturale che potrebbe non funzionare affatto in quel modo. Nella classificazione di Liddle, la domanda sulla logica di fondo probabilmente sta tra la categoria B e la categoria C. La teoria delle superstringhe è considerata una buona candidata come teoria del tutto, da cui si possono derivare tutte le leggi fisiche. Quindi la si potrebbe considerare come la "logica di fondo" di tutte queste leggi.

In realtà, non siamo molto più vicini di quanto fossero gli antichi greci a rispondere alla domanda "perché mai esiste qualcosa e non il nulla?". La domanda appartiene ancora decisamente, come afferma Andrew Liddle, alla categoria A: «non abbiamo la più pallida idea né della risposta né di dove la si potrebbe cercare».

Il grandioso spettacolo di luci del cielo notturno è davvero impressionante; sapere che tutte quelle stelle che brillano sono soltanto una minuscola percentuale di tutte le stelle esistenti e che per di più l'insieme di tutte le stelle forse forma solo una piccola parte di tutto ciò che esiste fa sentire incredibilmente limitati. I filosofi e i teologi si domandano da secoli che cosa sia la realtà. Ora il testimone è passato alla scienza. Resta da vedere se gli esperimenti e le osservazioni finiranno per illuminarci più degli eleganti ragionamenti degli antichi.